

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2

JC997 U.S. PTO
09/812419
03/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 9月29日

願 番 号
Application Number:

特願2000-300620

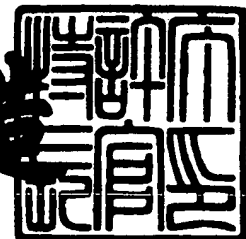
願 人
Applicant(s):

富士通株式会社

2000年12月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0000785

【提出日】 平成12年 9月29日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04B 10/20

【発明の名称】 双方向リング切替制御方法

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 本田 崇

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 石井 雄介

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077517

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石田 敬

 【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092624

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100871

【弁理士】

【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9905449

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 双方向リング切替制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第 1 のノードに L P - S (L o c k o u t o f P r o t e c t i o n (s p a n)) が入力され、かつ、該第 1 のノードに隣接する第 2 のノードが、前記ファイバーを介して、該第 1 のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第 2 のノードが前記第 1 のノードからの信号を受信する回線の障害を検出したとき、

前記第 2 のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

【請求項 2】 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第 1 のノードが隣接する第 2 のノードからの受信予備回線が障害であることを検出し、かつ、該第 2 のノードが、前記ファイバーを介して、該第 1 のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第 2 のノードが前記第 1 のノードから受信する回線の障害を検出したとき、

前記第 2 のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

【請求項 3】 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

切替の対象となっているスパンの両端に接続する 2 つの隣接ノード以外の各中継ノードでは、

前記 2 つの隣接ノードの一方から他方に宛てたスパン切替要求によって、K バイトのみを通過させる K バイト・パススルー状態になり、その状態のもとで、前記 2 つの隣接ノードの一方から他方に宛てたリング切替要求を受信したときは

、そのKバイト・パースルー状態を継続させることを特徴とする双方向リング切替制御方法。

【請求項4】 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第1のノードにLP-S (Lockout of Protection (span)) が入力され、かつ、該第1のノードに隣接する第2のノードが、前記ファイバーを介して、該第1のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第2のノードが前記第1のノードからの受信する回線の障害を検出したとき、

前記第2のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

【請求項5】 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第1のノードが隣接する第2のノードから受信する予備回線障害を検出し、かつ、該第2のノードが、前記ファイバーを介して、該第1のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第2のノードが前記第1のノードから受信回線の障害を検出したとき、

前記第2のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、双方向リング切替制御方法、特に、北米標準規格であるSONETに従った4ファイバー構成の双方向リングネットワークに適用することのできる、双方向リング(BLSR)切替制御方法に関する。

上記SONETに準拠するBidirectional Line-Switched Ring (BLSR) 切替制御方式は、SONET Standard

d GR-1230-CORE Issue 4に従って実現されている。この方式では、上記リングネットワーク内で切替を行う形態として、リング（ring）切替とスパン（span）切替とがあり、障害が発生したスパンを救済するために、そのリング切替とスパン切替のいずれの場合も、リングネットワークを構成する予備回線を利用する。

【0002】

この場合、上記の切替は、切替対象となるスパンの両端に接続する2つの隣接ノード間において実行される。

なお、上記BLSR切替制御方式では、上記の切替に関する情報を、セクションオーバーヘッド（SOH）内のK1およびK2バイトを利用して、リングネットワークを構成する各ノードに伝達する。このK1およびK2バイト（Kバイト）の利用の仕方についても、上記SONET Standard GR-1230-CORE Issue 4において定義されている。

【0003】

【従来の技術】

図14は一般的な双方向リングネットワークの構成を示す図である。

本図において、参照番号1は双方向リングネットワークを示す。このネットワーク1は、例えば6つのノード2（A～F）と、これらノードの各隣接ノード間を接続して全体としてリング状伝送路を形成する複数のファイバー3と、を含んで構成される。

【0004】

複数のファイバー3は、時計回り方向に信号が流れる第1ファイバー3aと、反時計方向に信号が流れる第2ファイバー3bとからなり、本図では合計4本のファイバー3が示されている。

第1ファイバー3aと第2ファイバー3bは、それぞれ、実線で表す現用回線（Work回線）と、点線で表す予備回線（Protection回線）とからなる。これら現用回線および予備回線で接続される、2つの隣接ノードの間の区間はスパンである（図中の4）。各ノード2は、それぞれが接続するスパン4に対し、それぞれのSide1側およびSide2側において接続する。

【 0 0 0 5 】

予備回線は、現用回線に障害が発生して当該スパンでの通信が不能になったときに、その救済のために使用されるが、その救済の仕方には、前述したリング切替とスパン切替とがある。

図 1 5 はリング切替をするときのノードの様子を示す図である。なお全図を通じて、同様の構成要素には同一の参照番号または記号を付して示す。

【 0 0 0 6 】

図 1 5 において、ノード 2 は、図 1 4 の場合と同様、6 つのノード A ～ ノード E (N o d e A ～ N o d e E) からなる。本図では、例えばノード E およびノード D 間のスパン 4 (図中 4 e d と記す) において、何らかの障害が発生し、このスパン 4 e d にてリング切替 (R i n g S w i t c h) を実行する状態を表している。このリング切替は、本図の場合、オペレータによる F S - R (F o r c e d S w i t c h (r i n g)) の設定によって実行された例を示すが、障害の発生によりネットワーク 1 内で自律的に実行される場合もある。

【 0 0 0 7 】

ここで本図で用いる記号 W e d , P e d … 等の意味について説明しておく。以下のとおりである。

W c d : ノード C からノード D への W o r k 回線

P c d : ノード C からノード D への P r o t e c t i o n 回線

W d c : ノード D からノード C への W o r k 回線

P d c : ノード D からノード C への P r o t e c t i o n 回線

W d e : ノード D からノード E への W o r k 回線

P d e : ノード D からノード E への P r o t e c t i o n 回線

W e d : ノード E からノード D への W o r k 回線

P e d : ノード E からノード D への P r o t e c t i o n 回線

W e f : ノード E からノード F への W o r k 回線

P e f : ノード E からノード F への P r o t e c t i o n 回線

W f e : ノード F からノード E への W o r k 回線

P f e : ノード F からノード E への P r o t e c t i o n 回線

まずノードEに着目すると、ノードFから現用回線W f eを通して流れていた信号は、ノードE内で、ノードFへの反対側の予備回線P e fにも折り返される。これをリングブリッジ (R i n g B r i d g e) と称する。また、ノードFからの予備回線P f eは、ノードE内にて、現用回線W d eの代わりにノードE側で受信される。これをリング切替 (R i n g S w i t c h) と称する。したがって、リング切替はリングブリッジを伴って実行される。

【0008】

結局ノードEでは、ノードDへの現用回線W e dを、ノードFへの予備回線P e fに折り返し、また、ノードDの現用回線から取り込んでいた信号を、今度は予備回線P f eから取り込む。

一方、ノードDは、上記F S - Rを、ノードEから受信した信号のKバイトの中から読み、上記ノードEの場合と同様の切替を自律的に実行する。

【0009】

すなわち、ノードCから現用回線W c dを通して流れていた信号は、ノードD内で、ノードCへの反対側の予備回線P d cにも折り返される（前記のリングブリッジ (R i n g B r i d g e) ）。また、ノードCからの予備回線P c dは、ノードD内にて、現用回線W d cに接続される（前記のリング切替 (R i n g S w i t c h) ）。

【0010】

図16はノード内の構成を示すブロック図である。なお、本図は一例として1つのノードについて示すが、他のノードについても同様の構成である。

本図において、11および15は障害検出部、12および16は受信Kバイト読込部、13および17は送信Kバイト書込み部、14は切替制御部である。また図中の参照記号と、その置かれる場所と、それぞれの意味については、下記のとおりである。

【0011】

R S 1 a … S i d e 1 … リングスイッチセレクタ

R B 1 a … S i d e 1 … リングブリッジセレクタ

S S 1 a … S i d e 1 … スパンスイッチセレクタ

S B 1 a … S i d e 1 … スパンブリッジセクタ

R S 2 a … S i d e 2 … リングスイッチセクタ

R B 2 a … S i d e 2 … リングブリッジセクタ

S S 2 a … S i d e 2 … スパンスイッチセクタ

S B 2 a … S i d e 2 … スパンブリッジセクタ

また図中の〈1〉、〈2〉、〈3〉および〈4〉は、リング切替の実行順序を表す。

【0012】

回線障害が発生したとすると、障害検出部11にてこの障害を検出し、切替制御部14に対して切替を促す〈1〉。あるいは、受信信号の中のKバイトを受信Kバイト読込部12で読み込み、切替制御部14に対して切替を促す〈2〉。

これを受けて切替制御部14は対応するセクタRS2aおよびRB1aを、図示する接続状態になるように制御する。この場合、セクタRB1aのみを制御した場合をブリッジ状態と称し（図15の“Ring Bridge”）、セクタRB1dのみならずRS2aも制御した場合を、ブリッジ・スイッチ状態（図15の“Ring Bridge” + “Ring Switch”）と称す。なお、スイッチ状態のみの場合は存在しない。

【0013】

図16の障害検出部15にて何らかの回線障害を検出したとすると、切替制御部14は、APSバイトを送信信号のKバイトに、送信Kバイト書込部17にて書込み、他の各ノードに順次その障害を伝える。これは切替要求という形で伝えられる。

図17はKバイトのフォーマットを表す図である。これはSONETに準拠している。

【0014】

上記の切替要求は、Kバイトを構成するK1バイト+K2バイトのうち、K1バイトのビット1～ビット4に書込まれる。これに続くビット5～ビット8には、送信先ノードIDが書込まれる。図15の例では、ノードDのIDが書込まれる。

一方 K 2 バイトにおいて、そのビット 1～ビット 4 には、送信元ノード ID が書込まれる。図 1 5 の例では、ノード E の ID が書込まれる。続くビット 5 には経路情報 (short/long) が書込まれる。図 1 5 においてノード E→ノード D の経路は short、ノード E→ノード F→…→ノード C→ノード D の経路は long である。またさらに続くビット 6～ビット 8 には、送信元ノードの状態 (Idle, Bridge, Bridge & Switch (“Ring Bridge” + “Ring Switch”) 等) が書込まれる。この中で上記の切替要求について一例を示しておく。

【 0 0 1 5 】

図 1 8 は切替要求の具体例を示すリストである。ただしこれは S O N E T に準拠したもので、周知である。この中で、ビット 1～ビット 4 = 1 1 1 1 のときの LP-S および SF-P が特に本発明に関連する。

切替要求情報は上記リストに示すとおりであるが、この中で LP-S と SF-P は同じコード (1 1 1 1) で示されている。しかし、LP-S と SF-P のそれぞれの持つ意味は異なる。

【 0 0 1 6 】

すなわち LP-S は、ユーザーが入力するコマンドであり、リングネットワーク 1 内での全てのリング切替の実行が禁止される。一方 SF-P は、対象とする予備回線が SF (Signal Fail) 状態であって、リングネットワーク 1 内での全てのリング切替の実行が禁止されているわけではない。

また、通常リングネットワーク 1 内で実行する切替については、切替要求の優先順位 (図 1 8 のリスト参照) によって、いずれか 1 つの切替要求に決定される。

【 0 0 1 7 】

しかしそのように 1 つに決定される場合の例外として、優先順位が低い切替要求と同時に共存できる場合がある。例えば、SF-P (Signal Fail (protection)) と、リング切替 (上記リスト内の、FS-R, SF-R, SD-R, MS-R および EXER-R) とは、同一のスパン 4 において、共存できる。すなわちリング切替は実行できる。なお、LP-S とリング切替

はいかなる場合においても、リングネットワーク 1 内では共存できず、このときのリング切替は実行されない。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、同一のスパン 4 においてリング切替と他の切替要求とが共存することができることに起因して起こる問題について扱うものである。この問題について扱うものとして、例えば特開平 9-18419 号がある。ただし、この特開平 9-18419 号では、リング切替と LP-S とが共存できたときに、リング切替の解除に際して起こる課題について言及しており、本発明とは異なる。

【0019】

すなわち本発明では、リング切替と LS-P は共存できないが、リング切替と SF-P は共存できる、という条件下での課題を扱っている。

具体的には、本発明では、各ノード 2 の同一 Side (スパン側) において、

(i) LP-S と、コマンドによるリング切替 (FS-R, MS-R および EXER-R) は実行できず、また

(ii) LP-S と、回線障害によるリング切替 (SF-R, SD-R) も、実行できないが、

(iii) SF-P と、コマンドによるリング切替 (FS-R, MS-R および EXER-R) は実行され、あるいは

(iv) SF-P と、障害によるリング切替 (SF-R, SD-R) も実行される、という課題を扱う。

【0020】

要約すれば、リングネットワーク 1 内のある隣接ノード (2) 間で、双方向リング切替 (BLSR 切替) を行うために使用される APS バイト (既述の K バイト) プロトコルでは、切替要求を示す K1 バイトの先頭 4 ビットが LP-S, SF-P 共に “1111” の同じビット表現で表わされている K1 バイトの先頭 4 ビット “1111” から、LP-S と SF-P とを区別できない。そこでこれらをどのように判別し、さらに切替を行うか、ということが本発明の課題となる。

【0021】

別言すると、SF-PあるいはLP-Sとリング切替とが共存する場合には、SF-PおよびLP-Sの場合についてそれぞれ異なる動作を各ノード2がしなければならないが、このとき上記のとおりSF-PとLP-SはKバイト上で同一コードで示されていることから、SF-PまたはLP-Sを検出しまたは入力しているノード（例えば図15のノードE）だけにしかその両者のいずれであるかを知ることができない。つまり、このノードE以外のノードでは、正しい切替を実行することができない。

【0022】

すなわち、受信信号内のKバイトにおいてSF-PあるいはLP-Sを検出したノードでは、SF-PかLP-Sかの区別ができないことから、リング切替を実行して良いか否かの決定ができない。

そこで従来は上記の例のノードE以外のノードでは、K1バイトの（1111）を検出したとき、SF-PかLP-Sかのどちらかを受信したものと解釈し（仮決めし）、その先の制御を進める。以下、LP-Sと解釈した場合と、SF-Pと解釈した場合とについて、シーケンス図等を参照しながら説明する。

【0023】

図19は各シーケンス図に現れる全ての記号（a1, a2…f52）の意味を示すリスト（その1）であり、

図20は同リスト（その2）である。

まず図21～図23について見ると、

図21はKバイト受信ノードがLP-S受信と解釈して動作する場合のリングネットワークを示す図であり、

図22は図21における動作シーケンス図（その1）であり、

図23は同図（その2）である。

【0024】

図21と図22を参照すると、仮に、スパン4fa内の第2ファイバー3bの予備回線に障害が発生したとすると、時刻T1において、ノードAはSF-Pを検出する。ノードAは、K1バイトの先頭4ビット“1111”をa3としてノードB→C→D→E→Fに流し、同時に、a4として隣接ノードFに流す。

この a 4 を受信したノード F は、f 3 を隣接ノード A に流すと共に、f 4 をノード E → D → C → B → A に流す。

【 0 0 2 5 】

このような状態で、しばらくして、時刻 T 2 において、ノード A からの回線障害により S F - R をノード F が検出したものとする。ここに S F - P と S F - R が共存する。

この場合、ノード F ではその S F - R を検出しても、今ノード F は受信した K 1 バイトの先頭 4 ビット “ 1 1 1 1 ” を L P - S と解釈しているため、その S F - R は実行しない。

【 0 0 2 6 】

この場合、真実には、期待すべき結果としては、ノード F - A 間（スパン 4 f a）でリング切替が起こるべきである。しかし、障害に起因したリング切替（S F - R）は実行されない。ここに 1 つの問題がある。

次に図 2 1 と図 2 3 を参照すると、仮に、ノード A が時刻 T 1 において L P - S と設定されたものとする。ノード A はこの L P - S を、K 1 バイトの先頭 4 ビット “ 1 1 1 1 ” の、a 5 としてノード B → C → D → E → F に流し、同時に、a 6 として隣接ノード F に流す。

【 0 0 2 7 】

この a 5 を受信したノード F は、f 3 をノード A に流すと共に、f 4 をノード E → D → C → B → A に流す。

このような状態で、しばらくして、時刻 T 2 において、ノード A からの回線障害により、S F - R をノード F が検出したものとする。ここに L P - S と S F - R が共存する。

【 0 0 2 8 】

この場合、ノード F ではその S F - R を検出したときに、今ノード F は受信した K 1 バイトの先頭 4 ビット “ 1 1 1 1 ” を L P - S の受信であると解釈しているため、その S F - R は実行しない。これは期待どおりの結果であり、何ら問題はない。

次に、K 1 バイトの先頭 4 ビット（1 1 1 1）を S F - P と解釈した場合につ

いて説明する。

【0029】

図24はKバイト受信ノードがSF-P受信と解釈して動作する場合のリングネットワークを示す図であり、

図25は図24における動作シーケンス図（その1）であり、

図26は同図（その2）であり、

図27は同図（その3）である。

【0030】

図24と図25を参照すると、ノードAが時刻T1でLP-Sを入力したものとする。ノードAはそのLP-Sの入力により、これをa11としてノードB→C→D→E→Fに流し、同時に、a12として隣接ノードFに流す。

このa12を受信したノードFは、f11（RR-S）をノードAに流すと共に、f12（LP-S）をノードE→D→C→B→Aに流す。

【0031】

このような状態で、しばらくして、時刻T12において、ノードAからの回線よりSF-RをノードFが検出したものとする。ここにLP-SとSF-Rが共存する。

SF-Rを検出したノードFは、これをf13として隣接ノードAに流すと共に、f14をノードE→D→C→B→Aに流す。f14を受信した各ノード（E，D，C，B）は、フル・パースルーを実行する。

【0032】

フル・パースルーの状態は、現用回線はそのまま使用した上で、さらに、予備回線（3a，3b共に）も使用して、ノードの両側のスパンの間を接続する。

ところで、SONETでは予備回線を使用した通信サービス（PCA：Protection Channel Access）についても規定している。これは、通常は、リングネットワーク内の通信のために使用することになっていない予備回線を有効利用するために定められたものである。LP-Sコマンドを入力しておくとも障害があってもPCAを利用した状態を継続できるという使い方ができる。もしリング切替をしたとすると、上記の通信サービスのために供してい

た予備回線の接続が断たれてしまい、そのサービスが受けられなくなってしまうので期待している結果と異なることが問題となる。

【 0 0 3 3 】

ここで再び前述したフル・パースルーについてみると、このフル・パースルーの実行により、予備回線も上記の接続状態になって、リングネットワーク内に組み入れられてしまう。このため事実上、上記の通信サービスは実施できなくなってしまう。かくして現用回線の救済によってスケルチ (Squelch) されないことを期待している上記通信サービスの利用者に支障を及ぼすことになる。これがもう 1 つの問題である。

【 0 0 3 4 】

次に図 2 4 と、図 2 6 および図 2 7 とを参照してもう 1 つのケースについて説明する。ただしこのケースの場合は S F - P だと思い込んで動作するとき実際に S F - P だった場合なので結論的には特に問題を生じさせない。

時刻 T 1 においてノード A が受信する予備回線に障害があることを検出 (S F - P) すると、ノード A より隣接ノード F に a 1 4 を流し、同時に a 1 3 をノード A → F に流す。

【 0 0 3 5 】

しばらくして時刻 T 1 2 でノード F が S F - R を検出したとする。ここに S F - P と S F - R が共存する。

この S F - R を検出したノード F は隣接ノード A に向けて s h o r t 経路に f 1 3 を流す。同時に l o n g 経路に f 1 4 を流し、これが時刻 T 1 3 でノード A に到達すると、ノード A は S F - R を実行する。ここにリング切替 (ブリッジ & スイッチ) が実行される。このリング切替に伴い、ノード A は a 1 6 を s h o r t 経路にてノード F に向けて流し、a 1 5 を l o n g 経路でノード F に向けて流す。この a 1 5 は時刻 T 1 3 でノード F に到達し、ノード F はリング切替を実行する。これに伴い f 1 5 と f 1 6 を両方向に流す。

【 0 0 3 6 】

以上 2 つの問題を説明したがさらにもう 1 つの問題がある。

L P - S または S F - P の切替要求があった後、これらの切替要求が変化 (切

替要求の発生または復旧)した場合、リングネットワーク全体としてその変化に迅速に追従した動作をしなければならない。その変化後においても即座に切替を実行できる準備をしておくためである。しかし従来はそのような変化に追従し得ていない。これが上記のもう1つの問題である。

【0037】

したがって本発明は、

第1に、切替要求を示すK1バイトの先頭4ビットでは、LP-SとSF-Pのいずれも“1111”で表されるため、区別がつかず、同一のスパンにおいてリング切替の要求があってもそのリング切替を実行できない場合がある、という問題を解決し、

第2に、LP-Sを実行中に特別の通信サービス(PCA)を受けている利用者が、その使用中の予備回線を使えなくなる、という問題を解決し、

第3に、LP-SまたはSF-Pの切替要求があった後に、さらにこれら切替要求に変化があったときに、その変化に迅速に追従できない、という問題を解決することを目的とするものである。

【0038】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、LP-SあるいはSF-Pを実行している実行ノードと、当該切替の相手方ノードと、これら実行ノードおよび相手方ノードとリング状に連係する他の中継ノードの各ノードの動作に従来と異なる動作をさせることにより、リングネットワーク全体として結果的に上記の問題点を回避するようにしたことを特徴とするものである。

【0039】

すなわち、LP-SとSF-Pとの違いを認識可能とする。これにより、同一のスパンにおいて、(i)LP-Sとリング切替とが共存した場合の第1の動作と、(ii)SF-Pとリング切替とが共存した場合の第2の動作とを、区別して実現するようにする。

その結果、LP-Sの実行中にはリング切替は起きないし、また、SF-Pの発生中にはリング切替が実行される。かくして、リング切替を禁止したい前記特

別の通信サービス利用者の要求と、障害が発生したときの救済は誤りなく実施したいというユーザの要求とが同時に満足される。これはリングネットワークの信頼性を飛躍的に向上させることになる。さらに、LP-SとSF-Pが変化した場合に、その変化に追従させて、リアルタイムでリングネットワーク内の切替を実行することもできる。

【0040】

【発明の実施の形態】

図1はLP-SとSF-Rとが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図である。

時刻T1において、ノードAにLP-Sが入力されたものとする。K1バイトの先頭4ビット(1111)を示す切替要求をa4として隣接ノードFに流し、またa3として、ノードB→C→D→E→Fに流す。なお、a3、a4等の意味は、図19および図20に示したとおりである。

【0041】

ノードFは、ノードAから上記a4を受信したことにより、f4すなわちK1バイトの先頭4ビット“1111”を示す切替要求を送信し始める。隣接ノードAには、f3すなわちRR-Sを送信する。

ノードAとノードFとの間のlong経路上にある他の中継ノード(B、C、DおよびE)においては、それぞれ上記のf4を受信し、このf4の情報をもとにKバイト・パススルー(K Byte Pass-through)を実行する。Kバイト・パススルーは、既述のフル・パススルーと異なり、受信したKバイトのみをコピーして再びその先に送信する状態である。すなわち、信号の中のペイロード部分(主信号部分)は一切処理を加えない。

【0042】

その後しばらくして、時刻T21にて、ノードAからの、ノードFで受信される現用回線と、予備回線とに障害が発生し、この障害をノードFが検出したものとする(SF-R検出)。そうするとノードFはそのSF-Rを、f13として隣接ノードAへ送信し始め、同時に、f14としてノードE→D→C→B→Aに送信し始める。

【 0 0 4 3 】

これら中継ノード（E，D，CおよびB）では、それぞれ、上記の f 1 4 を受信してこの f 1 4 の情報をもとに、上記Kバイト・パススルーの状態を継続する。このKバイト・パススルーの継続により、予備回線を使った通信サービス（PCA）の利用者に対して、何の影響も与えない（既述した第3の問題の解消）。

【 0 0 4 4 】

以上のとおり、本発明は第1に、複数のファイバー3および複数のノード2から構成される双方向リングネットワーク1において、（i）第1のノード2（A）にLP-S（Lockout of Protection（span））が設定され、かつ、この第1のノード2に隣接する第2のノード2（F）が、ファイバーを介して、第1のノード2からの切替要求を受信している状態のもとで、（ii）第2のノード2（F）が第1のノードからの信号を受信する回線障害を、検出したとき、第2のノード2（F）から、他のノード2（B，C，DおよびE）に対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とするものである。

【 0 0 4 5 】

さらに第1のノード2（A）と第2のノード2（F）との間の各中継ノード2（B，C，DおよびE）では、第1のノード2（A）から第2のノード2（F）宛ての優先順位が一番の切替要求を受信したとき、Kバイトのみを通過させるKバイト・パススルー状態となることを特徴とするものである。

さらにまた、切替の対象となっているスパンの両端に接続する2つの隣接ノード以外の各中継ノードでは、前記2つの隣接ノードの一方から他方に宛てたスパン切替要求によって、Kバイトのみを通過させるKバイト・パススルー状態になり、その状態のもとで、前記2つの隣接ノードの一方から他方に宛てたリング切替要求を受信したときは、そのKバイト・パススルー状態を継続させることを特徴とするものである。

【 0 0 4 6 】

図2は図1のノードFにおける切替動作を示すフローチャートであり、

図3は図1のノードBにおける切替動作を示すフローチャートである。ただし

、ノードBとしたのは一例であり、ノードCやD等にも当てはまる。

まず図2において、

ステップS11：ノードFはノードAからのLP-S (SF-P) (Kバイト=1111)を受信する(時刻TA)。

【0047】

ステップS12：その後ノードFは、ノードAからの受信回線において障害を検出する(時刻T21でのSF-R検出)。

ステップS13：ノードFは上記のSF-R検出に基づいて、送信信号のKバイトにSF-Rを書き込んで、他の中継ノードに送出する。

上記のように、ノードFは、Kバイト=1111がLP-SかSF-Pかという判断をせずに、とりあえずSF-Rを他ノードに送信する。そしてこれら他ノードからの反応を待って正式決定する。つまり中継ノードを含むリングネットワーク全体で問題を解決する。

【0048】

この中継ノードの1つとしてノードBを代表として図3にその切替制御動作例を示す。

ステップS21：ノードBは、ノードAからノードF宛てのa3(LP-S)を受信する(時刻T11)。

ステップS22：ノードBは、ノードFからノードA宛てのf4(LP-S)を受信する(時刻T12)。

【0049】

ステップS23：ノードBは、上記a3およびf4を受信したことにより、Kバイト・パススルーの状態になる。

ステップS24：ノードBは、その後、ノードFからノードA宛てのf14(SF-R)を受信する(時刻T22)。

ステップS25：ノードBは、受信しているSF-P(LP-S)とSF-Rとを比較する。この場合、SF-P(LP-S)の方がSF-Rより優先順位が高いので(図18参照)、上記のKバイト・パススルー状態を継続する。なお、従来は、このときにフル・パススルー状態になる。

【 0 0 5 0 】

上述のケースは、LP-SとSF-Rとが共存した場合であるが、次にSF-PとSF-Rとが共存するケースについて説明する。

図4はSF-PとSF-Rとが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図（その1）であり、

図5は同図（その2）である。

【 0 0 5 1 】

まず図4を参照すると、

時刻T1において、ノードAにおいて、ノードFからの受信予備回線障害によりSF-Pを検出したものとする。ノードAはこのSF-Pを実行すると共に、K1バイト“1111”の切替要求をa14として隣接ノードFに流し、またa13として、ノードB→C→D→E→Fに流す。なお、a13、a14等の意味は、図19および図20に示したとおりである。

【 0 0 5 2 】

ノードFは、ノードAからK1バイト“1111”の切替要求（a14）を受信したことにより、これに対する応答としてK1バイト“1111”の切替要求（f12）を送信し始める。隣接ノードAには、f11すなわちRR-Sを送信する。

ノードAとノードFとの間のlong経路上にある他の中継ノード（B、C、DおよびE）においては、それぞれ上記のf12を受信し、このf12の情報をもとにKバイト・パススルー（K Byte Pass-through）を実行する。

【 0 0 5 3 】

その後しばらくして、時刻T31にて、ノードFは、ノードAからの受信現用および予備回線障害により、SF-Rを検出したものとする（SF-R検出）。そうするとノードFはそのSF-Rを実行し、このSF-Rをf13として隣接ノードAへ送信し始め、同時に、f14としてノードE→D→C→B→Aに送信し始める。

【 0 0 5 4 】

これら中継ノード（E，D，CおよびB）では、それぞれ、上記の f 1 4 を受信してこの f 1 4 の情報をもとに、上記Kバイト・パススルーの状態を継続する。このKバイト・パススルーの継続により、予備回線を使った通信サービス（PCA）の利用者に対して、何の影響も与えない（既述した第3の問題の解消）。

【 0 0 5 5 】

以上のとおり本発明は、複数のファイバー3および複数のノード2から構成される双方向リングネットワーク1において、（i）第1のノード2（A）が第2のノードからの受信予備回線障害を検出し、かつ、この第1のノード2（A）に隣接する第2のノード2（F）が、ファイバーを介して、第1のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、（ii）第2のノード2（F）が、第1のノードからの受信回線障害を検出したとき、第2のノード2（F）から、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とするものである。

【 0 0 5 6 】

また第1のノード2（A）と第2のノード2（F）との間の各中継ノード2（B，C，DおよびE）では、第1のノード2（A）から第2のノード2（F）宛ての優先順位が一番の切替要求を受信したとき、Kバイトのみを通過させるKバイト・パススルー状態となることを特徴とするものである。

さらに、切替の対象となっているスパンの両端に接続する2つの隣接ノード以外の各中継ノードでは、前記2つの隣接ノードの一方から他方に宛てたスパン切替要求によって、Kバイトのみを通過させるKバイト・パススルー状態になり、その状態のもとで、前記2つの隣接ノードの一方から他方に宛てたリング切替要求を受信したときは、そのKバイト・パススルー状態を継続させることを特徴とするものである。

【 0 0 5 7 】

次に図4の時刻T32以降について図5を参照して説明する。

時刻T32において、ノードAはノードFからのf14をlong経路を通して受信する（図4の下端）。これにより、ノードAはSF-Rをa31としてlong経路上に送信する。同時に隣接ノードFに対してはa32を送信する。

すなわち、切替の対象となっているスパンの両端に接続する2つの隣接ノードの一方のノード2 (F) からリング切替要求を受信した他方のノード2 (A) では、他方のノード2 (A) がそれ以前に L S - P または S F - P を受信していた場合には、そのリング切替要求に対応するリング切替要求を送信するのみで、当該リング切替を実行することなく、アイドル状態を継続する。

【0058】

なお従来は、上記 S F - R を送信することなくブリッジ・スイッチ（リング切替）を行っていた。

上記の場合、ノードAとノードFとの間の l o n g 経路上にある中継ノード（B, C, D および E）では、上記の S F - R (a 3 1) を受信したことにより、フル・パススルー状態になる。また、時刻 T 3 3 でノードFは上記の S F - R (a 3 1) を受信し、これによりブリッジ・スイッチ（図中の R i n g B r & S w）を実行する。

【0059】

これに伴いノードFは、f 3 1 を隣接ノードA側に送信し、一方、f 3 2 (B r & S w) を l o n g 経路を通して、ノードAに向けて送信する。

このf 3 2を受信したノードAは、ノードAにおいてリング切替（図中の R i n g B r & S w）を実行する。さらにノードAは、a 3 4 および a 3 3 をノードFに向けて送信する。

【0060】

図6は図4および図5における中継ノードの動作例を示すフローチャートである。なお中継ノードの代表としてノードBを例にとって説明する。

ステップS 3 1：図4のノードBは、ノードAからノードF宛ての L P - S を、a 1 3 として、受信する（時刻 T 1 1）。

ステップS 3 2：ノードBは、K バイト・パススルーの状態になる。

【0061】

ステップS 3 3：ノードBは、ノードFからノードA宛てに送信された l o n g 経路上の L P - S を、f 1 2 として、受信する（時刻 T 1 2）。

その後、ノードFは時刻 T 3 1 において S F - R を検出し、f 1 3 および f 1

4を送信する。

ステップS34：ノードBは、ノードFからノードA宛てに送信されたSF-Rを、f14として、受信する（時刻T31'）。

【0062】

ステップS35：ステップS34で上記f14を受信したとき、ノードBで受信した、SF-P（LP-S）とSF-Rとの既述の優先順位を比較する。SF-P（LP-S）の方がSF-Rより優先順位が高いため、Kバイト・パススルーを継続する。なお従来は、このときにフル・パススルー状態になっていた。

【0063】

ステップS36：図5において、ノードBは、ノードAからノードF宛てのSF-Rを、a31として、時刻T32'で受信する。

ステップS37：ノードBの両Side（Side1およびSide2）で受信している要求が共にSF-Rであるため、ここで初めてフル・パススルーを実行する。

【0064】

次に、リングネットワーク1内のある1つのノードにおいて、LP-SとSF-Pの変化、すなわちその発生あるいは復旧が生じた場合について説明する。

図7はノードにおいてLP-SとSF-Pが変化し、かつ、SF-Rと共存する場合のシーケンス図（その1）であり、

図8は同図（その2）である。

【0065】

なお図7は前述した図1に示すシーケンスからの続きである。図1に一旦戻ると、初めはリングネットワーク1内に何の障害もなく、各ノードで送受信されるKバイトが、図1の上方に示す、a1, a2, b1, b2, c1, c2, d1, d2, e1, e2, f1およびf2になっている。

その後、時刻T1で前述したLP-Sを入力し、ノードAはノードAとノードF間のスパン4でこのLP-Sを実行する。

【0066】

このとき、ノードFはノードAからのa 4を受信し、これを受けてf 3とf 4を送信する（前述）。

さらに時刻T 2 1において、ノードFはノードAからの受信現用および予備回線によりSF-Rを検出し、このSF-Rを実行する（前述）。

その後図7の時刻T 4 2でノードAにおいてSF-Pを検出したものとする。しかしこのSF-PはLP-Sと同一コード（K=1 1 1 1）であることから、ノードAから他ノードに送信されるKバイトは変化しない。

【0 0 6 7】

このような状態のもとで、続くT 4 3でノードAにおいて、LP-Sを解除したとすると、ノードAはノードFから受信しているKバイトをもとに、SF-Rを実行する。このSF-Rは、a 4 1およびa 4 2として、ノードAから他ノードへ送信される。

ノードFは上記a 4 1を時刻T 4 4で受信し、リング切替（図中の“R i n g B r & S w”）を実行する。これに伴い、ノードFからf 4 1とf 4 2が送信され、f 4 2はl o n g経路を通してノードAに至る。ノードAはこれに応じてリング切替を実行し（R i n g B r & S w）、これに伴いa 4 3およびa 4 4を送信する。

【0 0 6 8】

その状態から図8の時刻T 4 5に至る。この時刻T 4 5において、ノードAに再びLP-Sが入力されたものとする。ノードAはこれに応じてLP-Sを、a 4 5およびa 4 6として、ノードFに向けて送信し始める。

上記a 4 5を受信する各中継ノード（B, C, DおよびE）においては、反対方向で受信している前記f 4 2（図7の後半）の内容、すなわち図1 9および図2 0の、SF-R／ノードA（送信先）／ノードF（送信元）／l o n g／B r & S wをみて、K 2バイト内のステータスがB r & S wであることから、フル・パースルー状態（図8中の各F u l l P a s s - t h r o u g h）を保持する。

【0 0 6 9】

ノードFにおいては、時刻T 4 5' で中継された上記a 4 5を受信して、リン

グ切替を解除する（図 8 の “R i n g B r & S w 解除実行”）。そしてアイドル状態（図中の “I d l e 状態”）に入る。これに伴いノード F は S F - R を、f 4 3 および f 4 4 として、隣接ノード A および l o n g 経路を通して該ノード A に送信する。

【 0 0 7 0 】

上記 f 4 4 は上記 l o n g 経路を通して各中継ノード（E，D，C および B）で受信され、これを受信した各中継ノードは、K バイト・パーススルーを実行する（図中の “K B y t e P a s s - t h r o u g h”）。

上記図 7 および図 8 での動作をさらに説明すると、切替の対象となっているスパン 4 の両端に接続する 2 つの隣接ノード 2（A）および 2（F）以外の各中継ノード 2（B，C，D および E）は、2 つの隣接ノード 2（A）および 2（F）の一方のノード 2（A）から他方のノード 2（F）に送信されたリング切替要求によって、フル・パーススルー状態になり、その状態のもとで、一方のノード 2（A）から他方のノード 2（F）宛てのスパン切替要求を受信したときは、受信したリング切替要求とスパン切替要求の各優先順位を比較し、該スパン切替要求の方が優先順位が高く、かつ、該リング切替要求に係るステータスコードがリングブリッジおよびリングスイッチでない場合、K バイトのみを通過させる K バイト・パーススルー状態になるようにする。

【 0 0 7 1 】

前述した図 1 および図 4 の実施例では、S F - R を検出したとき S F - R を送信することにより切替を実行することについて述べたが、この実施例の他に、E X E R - R を送信することによっても切替を実行することができる。

図 9 は S F - R を検出したとき E X E R - R を送信することにより切替を実現する実施例を示す図（その 1）であり、

図 1 0 は同図（その 2）である。

【 0 0 7 2 】

まず図 9 において、時刻 T 1 でノード A が S F - P を検出したものとする。これにより、ノード A は S F - P を、a 1 3 および a 1 4 として、l o n g 経路および s h o r t 経路を通してノード F に送信する。

また上記SF-R (a14)を受信したノードFは、f11およびf12を図示のとおり送信する。

【0073】

その後時刻T51で、ノードFはノードAからの受信現用および予備回線においてSF-Rを検出したものとする。これによりノードFはリング切替を実行しようとするが、他ノードに送信するKバイトの情報はEXER-Rとする。なおEXER-Rはいわば切替のテスト信号と考えることができる。すなわち、このEXER-Rをリングネットワーク内に流すことにより、相手方のノードが切替可能な状態にあるかどうかを確認することができる。

【0074】

上記EXER-RはノードFより、f51およびf52として、他ノードに送信される。f51は隣接ノードAへ送信され、f52はlong経路を通して各中継ノード(E, D, CおよびB)へ、そして送信先のノードAに送信される。

上記f52を受信した各中継ノードでは、LP-SとEXER-Rとを受信しているため、Kバイト・パススルー(図9中の“K Byte Pass-through”)状態になる。

【0075】

次に図10を参照すると、図9下端の時刻T52でf52を受信したノードAは、図10の時刻T53でSF-Rを実行し、このSF-Rを、a31およびa32として、long経路を通してノードB→C→D→E→Fに送信すると共に、隣接ノードAに送信する。

上記a31は時刻T54でノードFに受信され、これを受信したノードFはリング切替を実行する(図中の“Ring Br & Sw実行”)。

【0076】

これに伴いノードFはSF-Rを、f31およびf32として、ノードAに向かって図示のように送信する。

ノードAは時刻T54'で上記f32を受信すると、図示する“Ring Br & Sw”を実行し、リング切替を完了する。

上述したシーケンスを、ノードFでの切替制御と、ノードAでの切替制御とに

それぞれ注目した動作を以下にフローチャートで表す。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 はノード F での切替制御の動作を示すフローチャートであり、

図 1 2 はノード A での切替制御の動作を示すフローチャートである。

まず図 1 1 において、

ステップ S 4 1 : ノード F は図 9 の時刻 T 1 ~ T 5 1 の間に S F - P (L P - S) を受信する。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 4 2 : ノード F は、ノード A からの受信回線に、時刻 T 5 1 で、S F - R を検出する。

ステップ S 4 3 : ノード F は上記 S F - 6 を検出するが、L P - S 受信状態にあるため、EXER-R を、f 5 1 および f 5 2 として他ノードに送信する。これを受けたノード A は a 3 1 および a 3 2 を時刻 T 5 3 の後送信する。

【 0 0 7 9 】

本実施例の特徴の 1 つは、ここで EXER-R を送信する点にある。

ステップ S 4 4 : その後ノード F はノード A からの上記 a 3 1 を T 5 4 で受信する。S F - R の受信である。

ステップ S 4 5 : 続いてノード F は “ R i n g B r i d g e & S w i t c h ” を実行し、S F - R を、f 3 1 および f 3 2 として、他ノードに送信する。

【 0 0 8 0 】

続いて図 1 2 を参照すると、

ステップ S 5 1 : ノード A は、図 9 の時刻 T 1 で、受信予備回線に S F - P を検出する。

ステップ S 5 2 : ノード A は、上記 S F - P を、a 1 3 および a 1 4 として、他ノードに送信する。

【 0 0 8 1 】

図 9 の時刻 T 5 1 でノード F は、S F - R の検出により f 5 1 と f 5 2 を送信する。この f 5 1 および f 5 2 は前述した EXER-R である。

ステップS53: ノードAは、ノードFからのEXER-Rすなわち上記f52を、時刻T52で、受信する。

ステップS54: 図10において、ノードAは、ノードAからのリング切替要求と判断し(時刻T53後)、SF-6を、a31およびa32として、他ノードへ送信する。

【0082】

上記a31を受けたノードFはリング切替を実行し、f31およびf32を送信する(時刻T54後)。

ステップS55: ノードAは、上記f32を受信して、時刻T54'で、リング切替を実現する。

上述の図9～図12を考察すると、図9によれば、複数のファイバー3および複数のノード2から構成される双方向リングネットワークにおいて、(i)第1のノードがLP-S(Lockout of Protection(span))を入力して、かつ、第1のノードとスパンを挟んで隣接する第2のノードが、ファイバーを介して、そのLP-Sを受信している状態のもとで、(ii)第2のノードがさらに、前記スパンにおいて、SF-R(signal Fail(ring))を検出したとき、第2のノードから、他のノードに対し、EXER-R(Exerciser(ring))の切替要求を送信するようにしている。

【0083】

あるいは、(i)第1のノードがSF-P(Signal Fail(Protection))を検出し、かつ、第1のノードとスパンを挟んで隣接する第2のノードが、ファイバーを介して、そのSF-Pを受信している状態のもとで、(ii)第2のノードがさらに、前記スパンにおいて、SF-R(signal Fail(ring))を検出したとき、第2のノードから、他のノードに対し、EXER-R(Exerciser(ring))の切替要求を送信するようにしている。

【0084】

また図10によれば、複数のファイバー3および複数のノード2から構成され

る双方向リングネットワーク1において、切替の対象となるスパンを挟んで隣接する第1のノードおよび第2のノードのうちの第1のノードにて、SF-P (Signal Fail (Protection)) の切替要求を実行中に、第2のノードからEXER-R (Exerciser (ring)) の切替要求を受信したとき、第1のノードは、SF-R (signal Fail (ring)) の切替要求を送信するようにしている。

【0085】

最後の実施例は、LP-SとSF-Pの区別を同じKバイトの中で行う。すなわち、切替の対象となるスパンに接続するノードから、Kバイトを利用して、少なくともLP-S (Lockout of Protection (span)) の切替要求およびSF-P (Signal Fail (Protection)) の切替要求を、択一的に送信するとき、LP-SとSF-Pの識別を、Kバイト内の未使用ビット領域を用いて行うようにする。

【0086】

再び図17を参照すると、K2バイトのビット6～8に着目する。

図13はK2バイトを利用してLP-SとSF-Pの識別を行う一例を示す図である。

GR1230-COREによれば、K2バイトの100と101は“Reserved for future use”となっており、ここを図13のように新たに定義し、LP-SをSF-Pに対して明確に区別できるようにする。

【0087】

実際の動作において、ノードにおいてLP-Sと認識したときは、図23の動作を実現すればよいし、一方、SF-Pと認識したときは、図26および図27に従った動作をする。これにより正常な切替動作を実現することができる。

以上述べた本発明の実施の態様は、以下の付記のとおりである。

(付記1) 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第1のノードにLP-S (Lockout of Protection (span)) が入力され、かつ、該第1のノードに隣接する第2のノードが

、前記ファイバーを介して、該第 1 のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第 2 のノードが前記第 1 のノードからの信号を受信する回線の障害を検出したとき、

前記第 2 のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

(付記 2) 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第 1 のノードが隣接する第 2 のノードからの受信予備回線が障害であることを検出し、かつ、該第 2 のノードが、前記ファイバーを介して、該第 1 のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第 2 のノードが前記第 1 のノードから受信する回線の障害を検出したとき、

前記第 2 のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

(付記 3) 前記第 1 のノードと前記第 2 のノードとの間の各中継ノードでは、前記第 1 のノードから前記第 2 のノード宛ての優先順位が一番の切替要求を受信したとき、K バイトのみを通過させる K バイト・パススルー状態となることを特徴とする付記 1 に記載の双方向リング切替制御方法。

(付記 4) 前記第 1 のノードと前記第 2 のノードとの間の各中継ノードでは、前記第 1 のノードから前記第 2 のノード宛ての優先順位が一番の切替要求を受信したとき、K バイトのみを通過させる K バイト・パススルー状態となることを特徴とする付記 2 に記載の双方向リング切替制御方法。

(付記 5) 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

切替の対象となっているスパンの両端に接続する 2 つの隣接ノード以外の各中継ノードでは、

前記 2 つの隣接ノードの一方から他方に宛てたスパン切替要求によって、K バイトのみを通過させる K バイト・パススルー状態になり、その状態のもとで、

前記 2 つの隣接ノードの一方から他方に宛てたリング切替要求を受信したときは、その K バイト・パススルー状態を継続させることを特徴とする双方向リング切替制御方法。

（付記 6）複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

切替の対象となっているスパンの両端に接続する 2 つの隣接ノードの一方のノードからリング切替要求を受信した他方のノードでは、該他方のノードがそれ以前に L S - P または S F - P を受信していた場合には、該リング切替要求に対応するリング切替要求を送信するのみで、当該リング切替を実行することなく、アイドル状態を継続することを特徴とする双方向リング切替制御方法。

（付記 7）複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

切替の対象となっているスパンの両端に接続する 2 つの隣接ノード以外の各中継ノードは、

前記 2 つの隣接ノードの一方のノードから他方のノードに送信されたリング切替要求によって、フル・パススルー状態になり、その状態のもとで、前記一方のノードから他方のノード宛てのスパン切替要求を受信したときは、受信した前記リング切替要求と前記スパン切替要求の各優先順位を比較し、該スパン切替要求の方が優先順位が高く、かつ、該リング切替要求に係るステータスコードがリングブリッジおよびリングスイッチでない場合、K バイトのみを通過させる K バイト・パススルー状態になることを特徴とする双方向リング切替制御方法。

（付記 8）複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

（i）第 1 のノードに L P - S（Lockout of Protection（span））が入力され、かつ、該第 1 のノードに隣接する第 2 のノードが、前記ファイバーを介して、該第 1 のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

（ii）前記第 2 のノードが前記第 1 のノードからの受信する回線の障害を検出したとき、

前記第 2 のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

(付記 9) 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

(i) 第 1 のノードが隣接する第 2 のノードから受信する予備回線障害を検出し、かつ、該第 2 のノードが、前記ファイバーを介して、該第 1 のノードからの切替要求を受信している状態のもとで、

(ii) 前記第 2 のノードが前記第 1 のノードから受信回線の障害を検出したとき、

前記第 2 のノードから、他のノードに対し、リング切替要求を送信するようにしたことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

(付記 10) 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

切替の対象となるスパンを挟んで隣接する第 1 のノードおよび第 2 のノードのうちの第 1 のノードにて、SF-P (Signal Fail (Protection)) の切替要求を実行中に、該第 2 のノードからEXER-R (Exerciser (ring)) の切替要求を受信したとき、

前記第 1 のノードは、SF-R (signal Fail (ring)) の切替要求を送信することを特徴とする双方向リング切替制御方法。

(付記 11) 複数のファイバーおよび複数のノードから構成される双方向リングネットワークにおいて、

切替の対象となるスパンに接続するノードから、K バイトを利用して、少なくともLP-S (Lockout of Protection (span)) の切替要求およびSF-P (Signal Fail (Protection)) の切替要求を、択一的に送信するとき、該LP-Sと該SF-Pの識別を、前記Kバイト内の未使用ビット領域を用いて行うことを特徴とする双方向リング切替制御方法。

【0088】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、

第 1 に、K バイトプロトコルでは、L P - S と S F - P との区別がつかないために、同一のスパンにおいてリング切替の要求があってもそのリング切替を実行できない場合がある、という問題を解決することができる。

【0089】

第 2 に、L P - S を実行中に特別の通信サービス（P C A）を受けている利用者が、その使用中の予備回線を使えなくなる、という問題を解決することができる。

第 3 に、L P - S または S F - P の切替要求があった後に、さらにこれら切替要求に変化があったときに、その変化に迅速に追従できない、という問題を解決することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

L P - S と S F - R とが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図である。

【図 2】

図 1 のノード F における切替動作を示すフローチャートである。

【図 3】

図 1 のノード B における切替動作を示すフローチャートである。

【図 4】

S F - P と S F - R とが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図（その 1）である。

【図 5】

S F - P と S F - R とが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図（その 2）である。

【図 6】

図 4 および図 5 における中継ノードの動作例を示すフローチャートである。

【図 7】

ノードにおいて L P - S と S F - P が変化し、かつ、S F - R と共存する場合

のシーケンス図（その 1）である。

【図 8】

ノードにおいて LP-S と SF-P が変化し、かつ、SF-R と共存する場合のシーケンス図（その 2）である。

【図 9】

SF-R を検出したとき EXER-R を送信することにより切替を実現する実施例を示す図（その 1）である。

【図 10】

SF-R を検出したとき EXER-R を送信することにより切替を実現する実施例を示す図（その 2）である。

【図 11】

ノード F での切替制御の動作を示すフローチャートである。

【図 12】

ノード A での切替制御の動作を示すフローチャートである。

【図 13】

K2 バイトを利用して LP-S と SF-P の識別を行う一例を示す図である。

【図 14】

一般的な双方向リングネットワークの構成を示す図である。

【図 15】

リング切替をするときのノードの様子を示す図である。

【図 16】

ノード内の構成を示すブロック図である。

【図 17】

K バイトのフォーマットを表す図である。

【図 18】

切替要求の具体例を示すリストである。

【図 19】

各シーケンス図に現れる全ての記号（a1, a2…f52）の意味を示すリスト（その 1）である。

【図 2 0】

各シーケンス図に現れる全ての記号（a 1， a 2 … f 5 2）の意味を示すリスト（その 2）である。

【図 2 1】

K バイト受信ノードが L P - S 受信と解釈して動作する場合のリングネットワークを示す図である。

【図 2 2】

図 2 1 における動作シーケンス図（その 1）である。

【図 2 3】

図 2 1 における動作シーケンス図（その 2）である。

【図 2 4】

K バイト受信ノードが S F - P 受信と解釈して動作する場合のリングネットワークを示す図である。

【図 2 5】

図 2 4 における動作シーケンス図（その 1）である。

【図 2 6】

図 2 4 における動作シーケンス図（その 2）である。

【図 2 7】

図 2 4 における動作シーケンス図（その 3）である。

【符号の説明】

- 1 … 双方向リングネットワーク
- 2 … ノード
- 3 … 複数のファイバ
- 4 … スパン
- 1 1 … 障害検出部
- 1 2 … 受信 K バイト読込部
- 1 3 … 送信 K バイト書込部
- 1 4 … 切替制御部
- 1 5 … 障害検出部

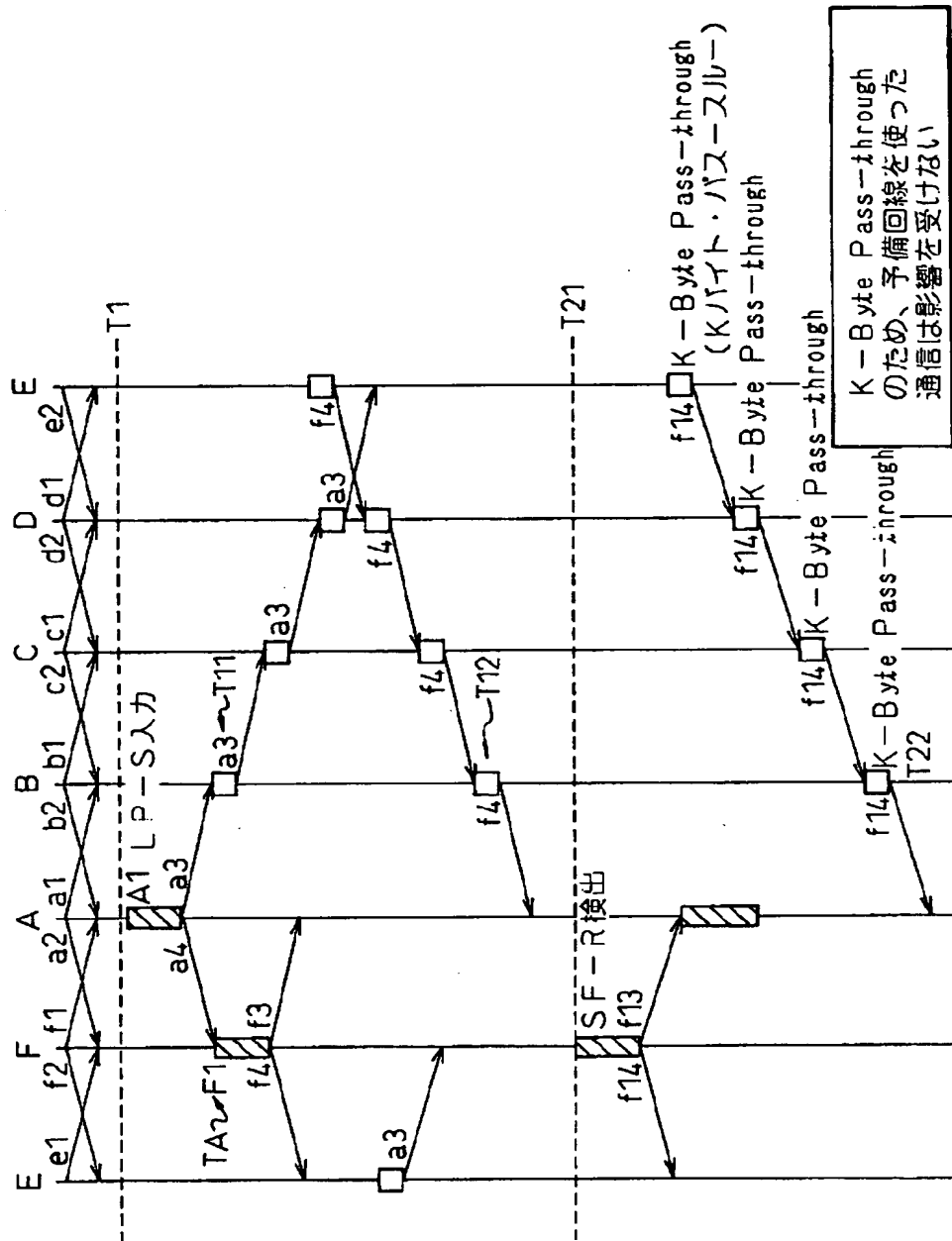
1 6 …受信 K バイト読込部

1 7 …送信 K バイト書込部

【書類名】 図面

【図 1】

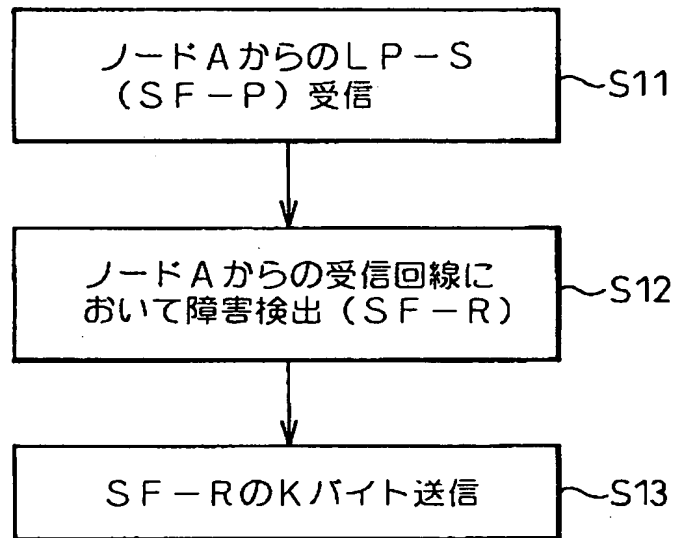
図 1 LP-SとSF-Rとが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図



【図 2】

図 2

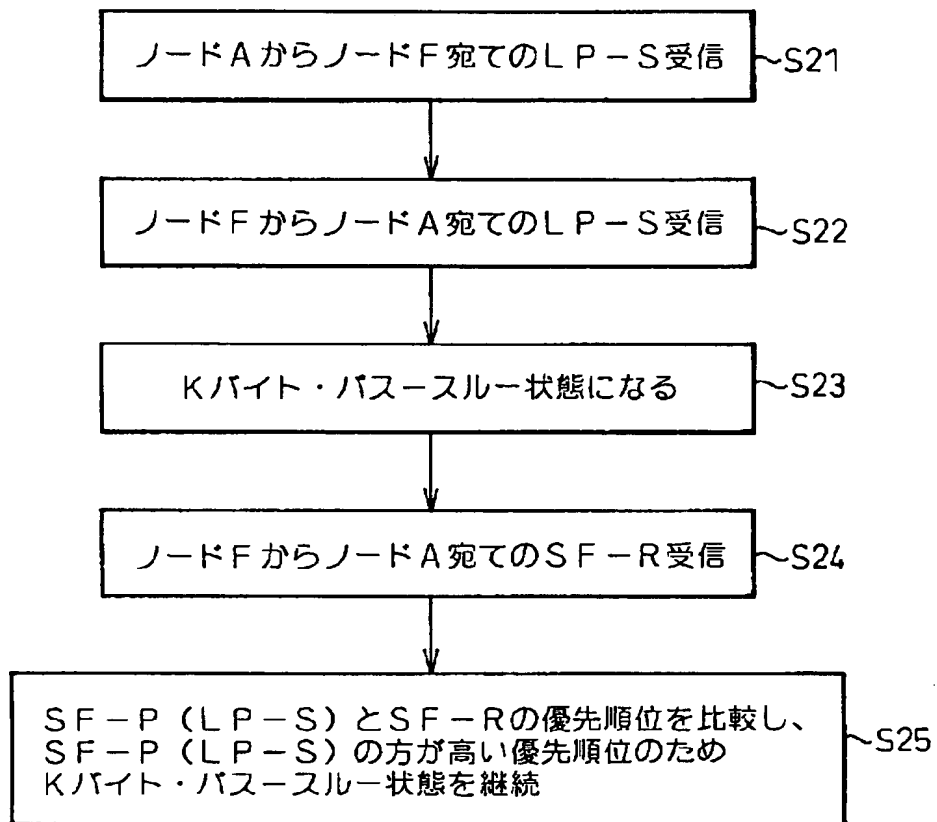
図 1 のノード F における切替動作を示すフローチャート



【図 3】

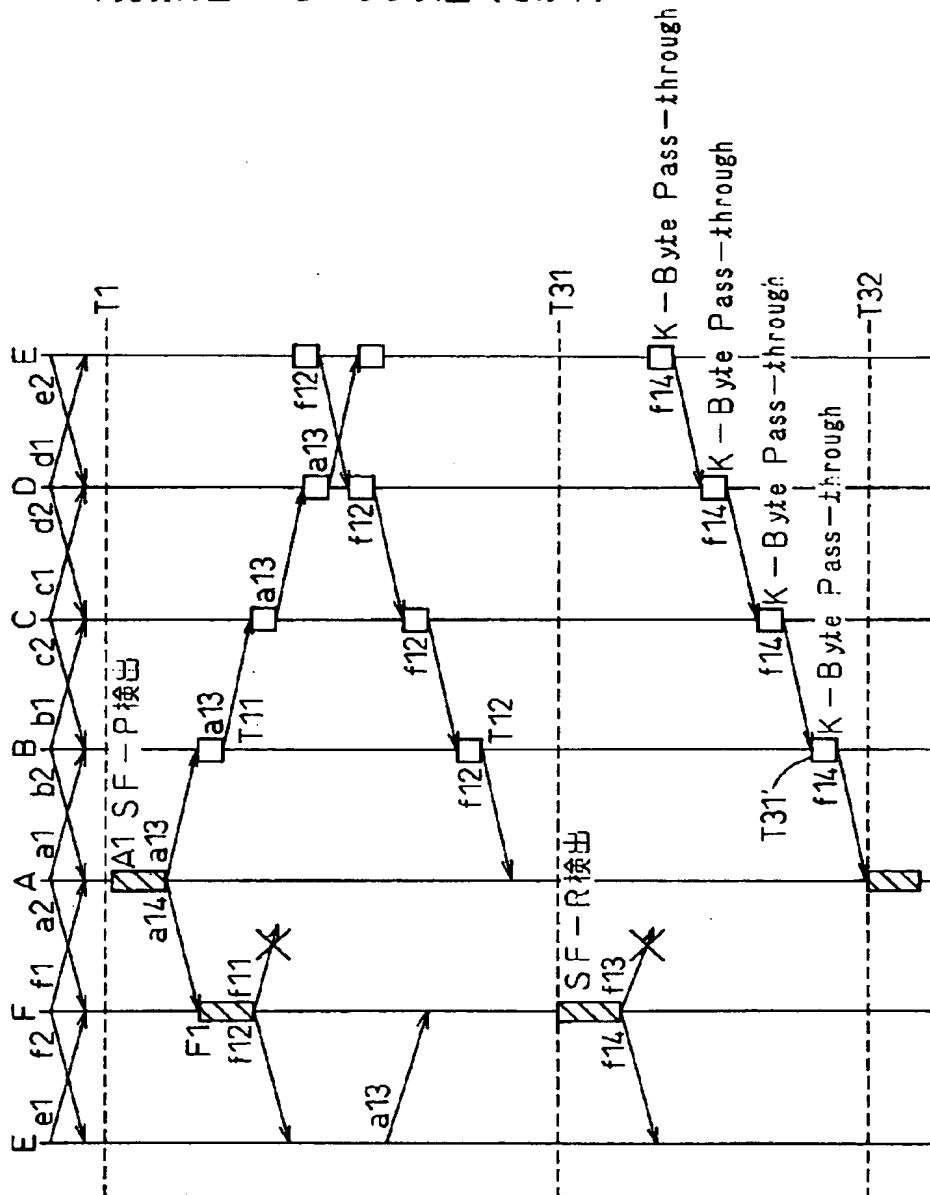
図 3

図 1 のノード B における切替動作を示すフローチャート



【図 4】

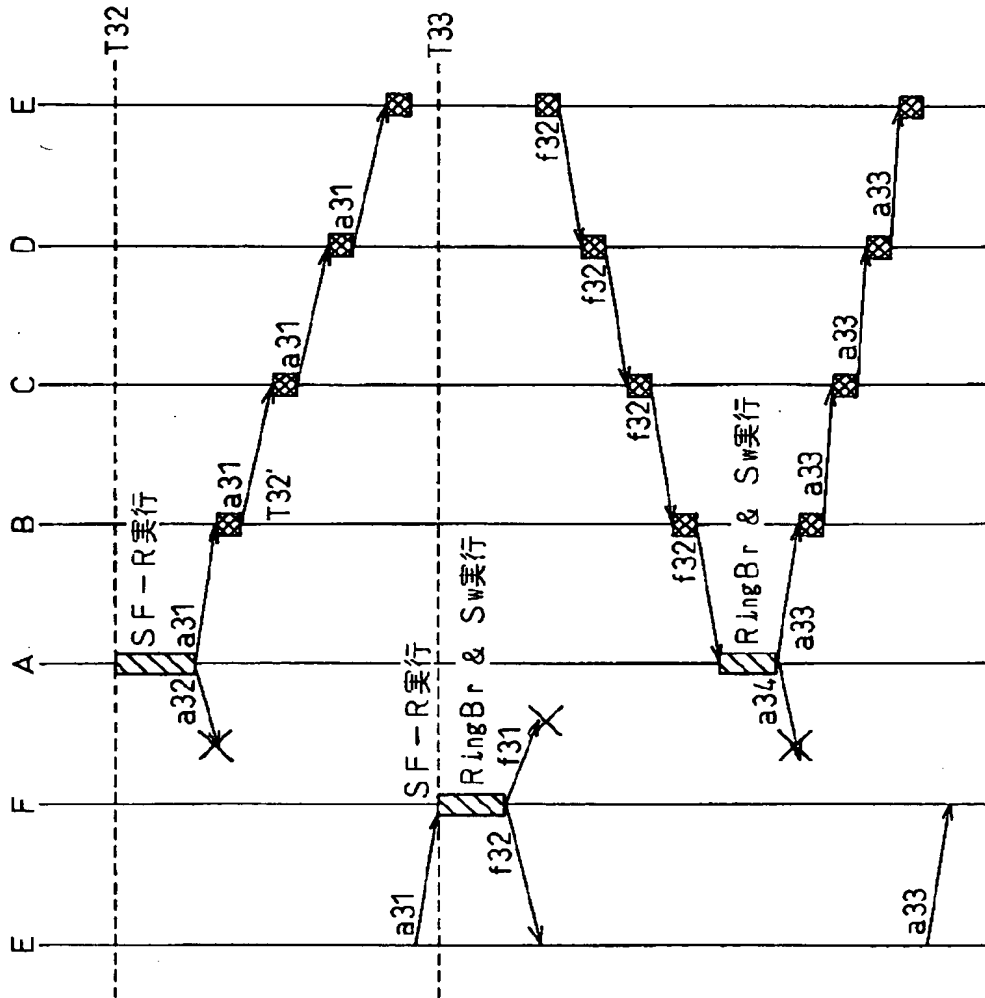
図 4 SF-P と SF-R とが同一のスパンにおいて共存する場合の本発明に基づくシーケンス図 (その 1)



【図 5】

図 5

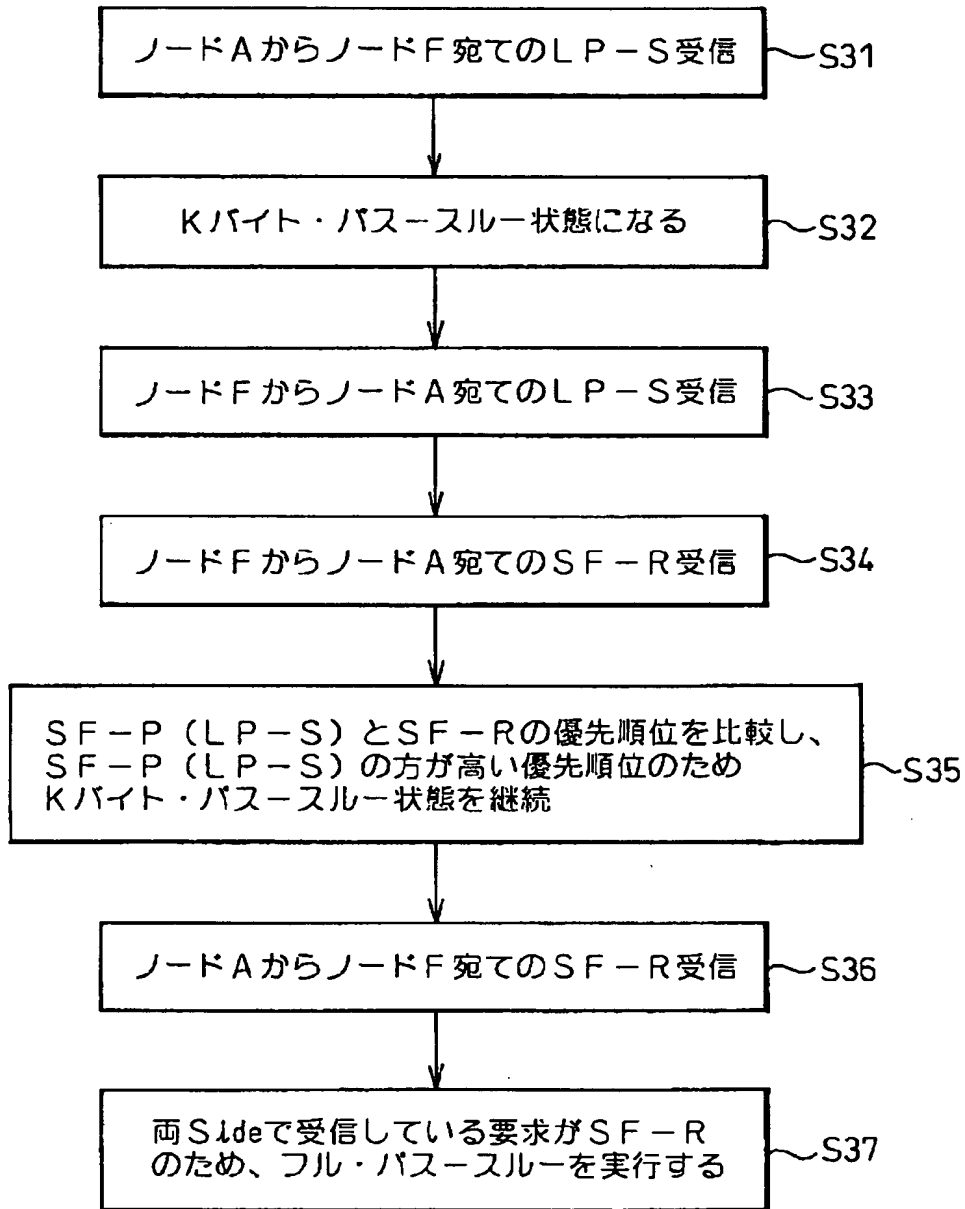
SF-PとSF-Rとが同一のスパンにおいて共存する場合の
本発明に基づくシーケンス図（その2）



【図 6】

図 6

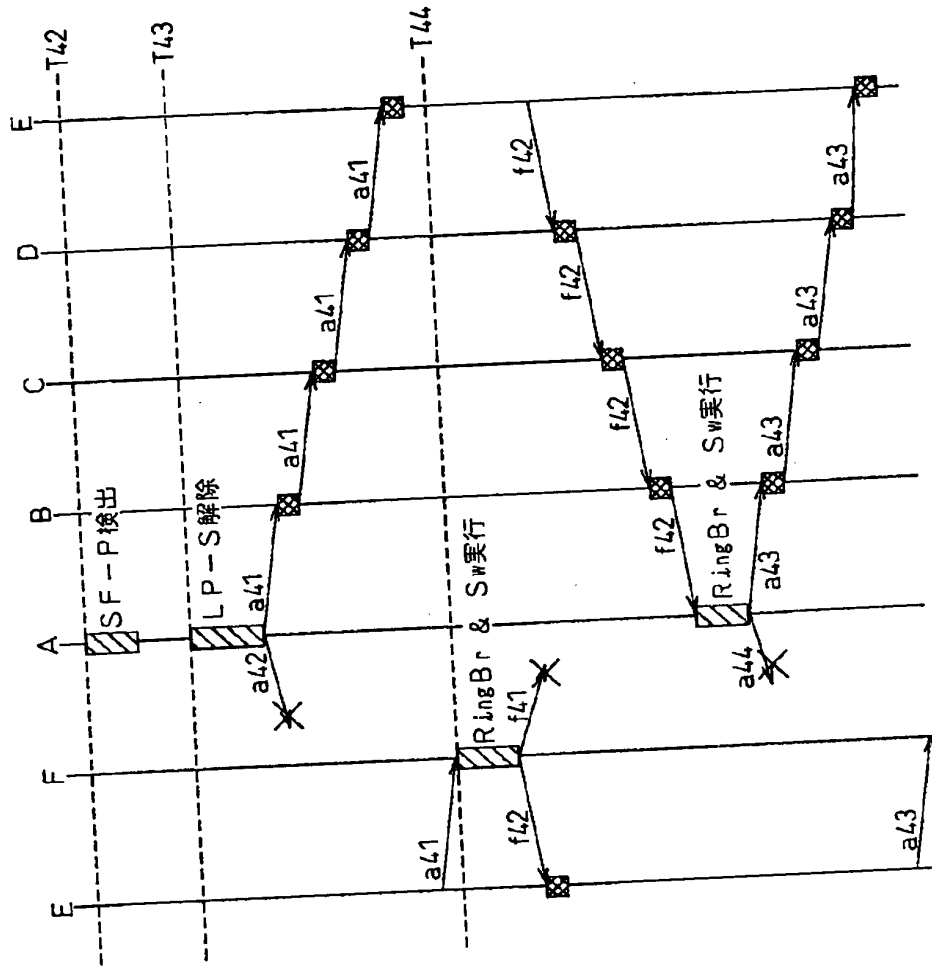
図 4 および図 5 における中継ノードの動作例を示すフローチャート



【図7】

図7

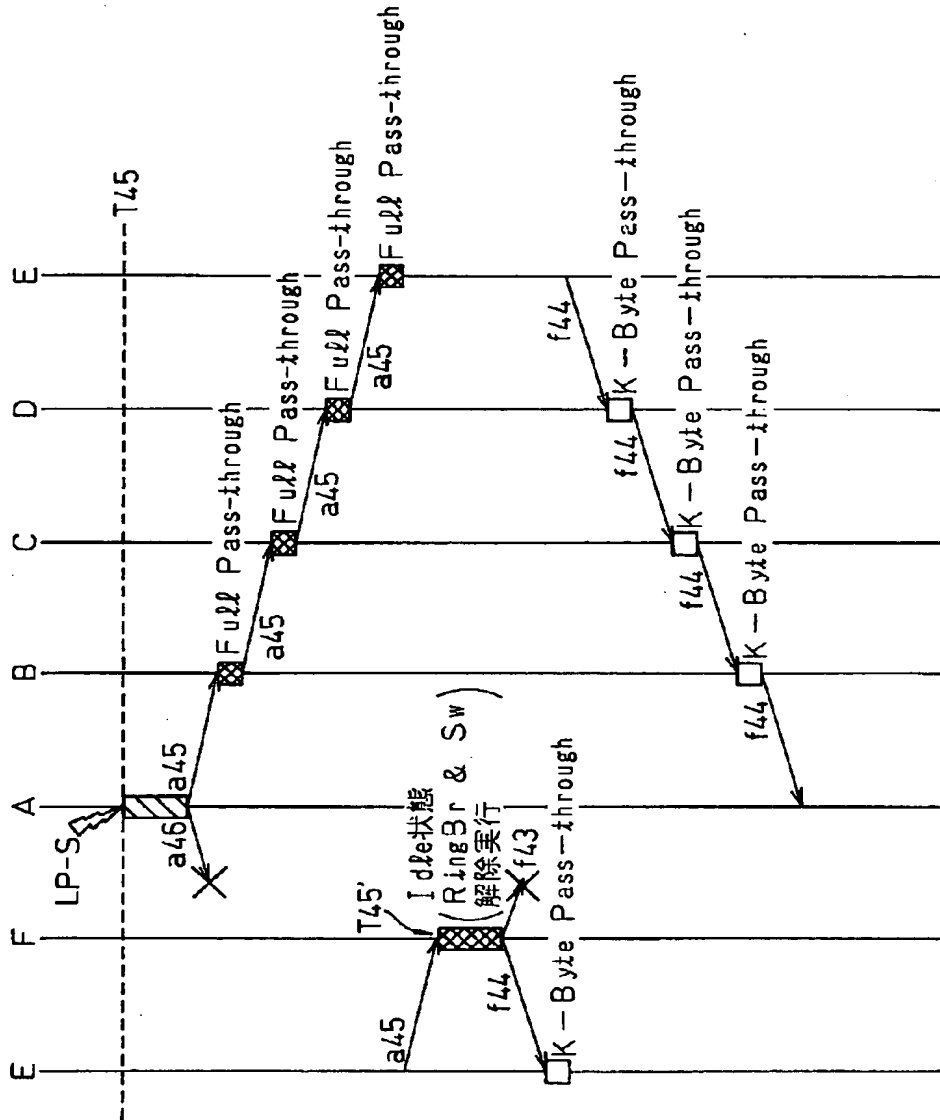
ノードにおいてLP-SとSF-Pが変化し、かつ、SF-Rと共存する場合のシーケンス図(その1)



【図 8】

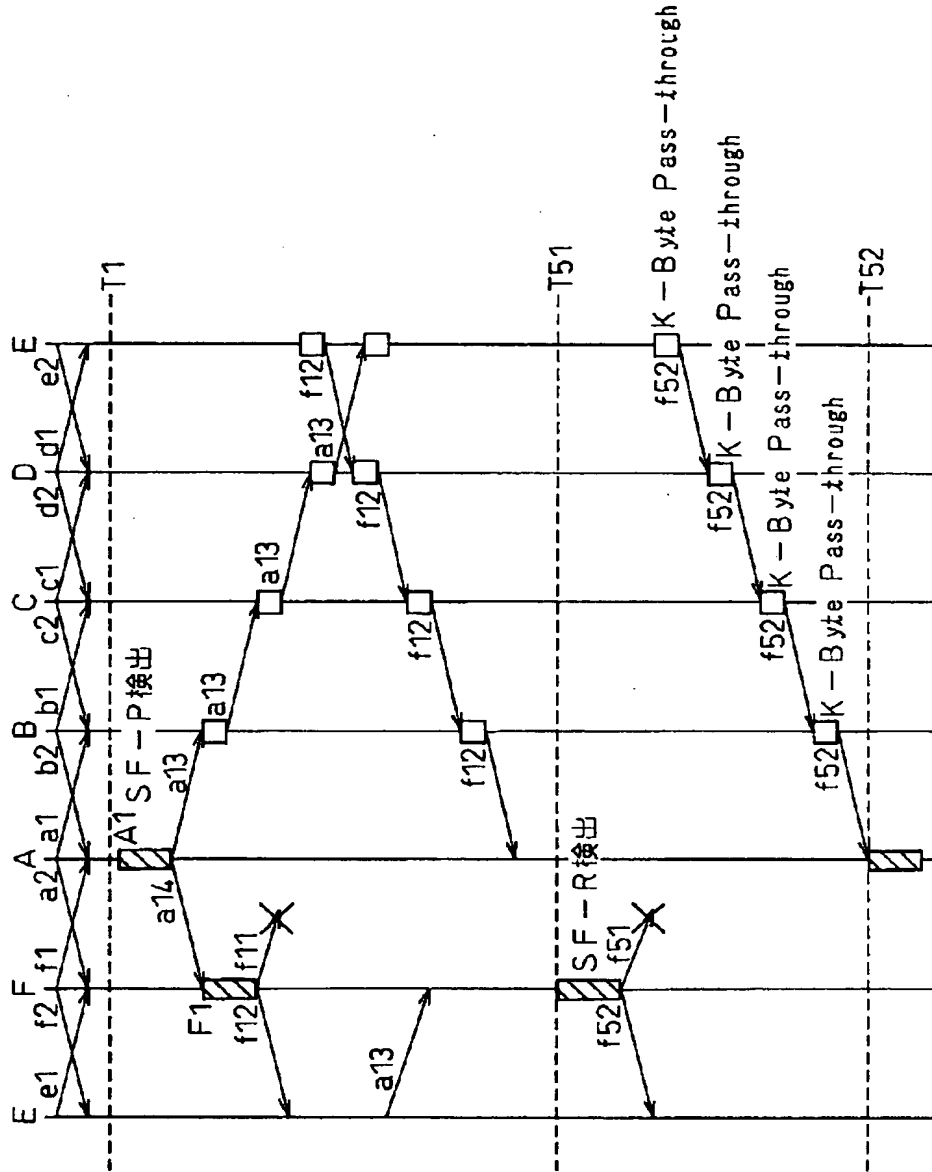
図 8

ノードにおいてLP-SとSF-Pが変化し、かつ、SF-Rと共存する場合のシーケンス図（その2）



【図 9】

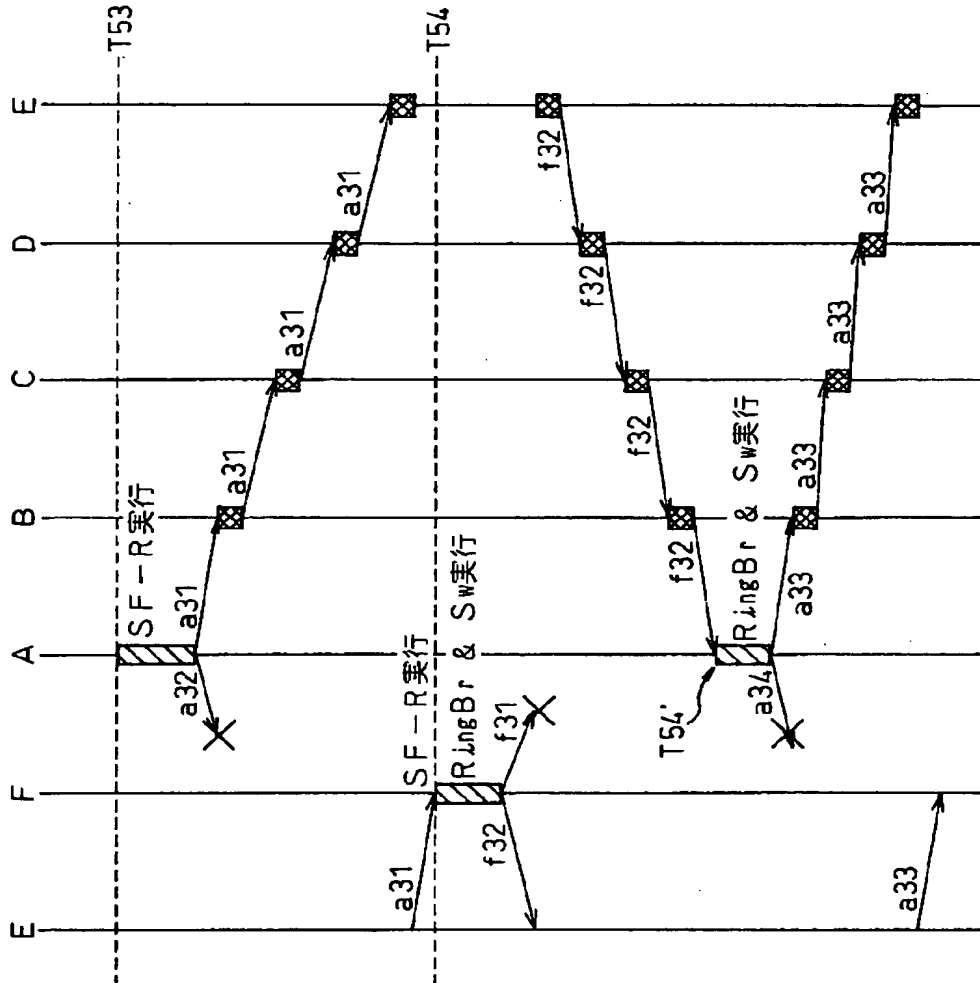
図 9 SF-Rを検出したときEXER-Rを送信することにより切替を実現する実施例を示す図(その1)



【図 1 0】

図 10

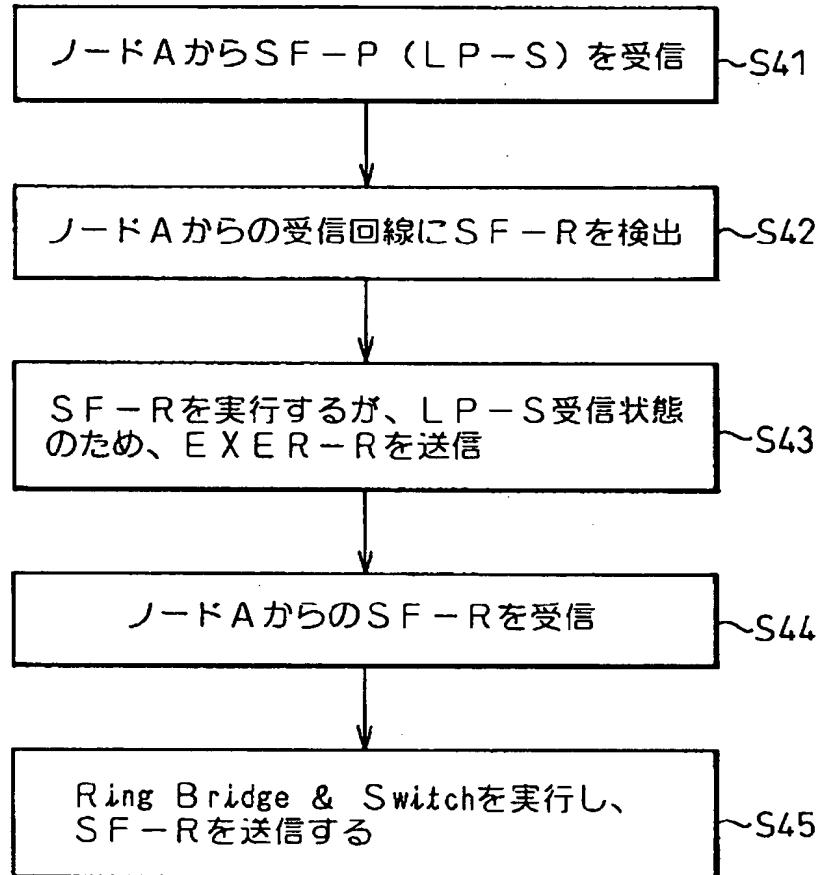
SF-Rを検出したときEXER-Rを送信することにより
切替を実現する実施例を示す図（その2）



【図 1 1】

図 11

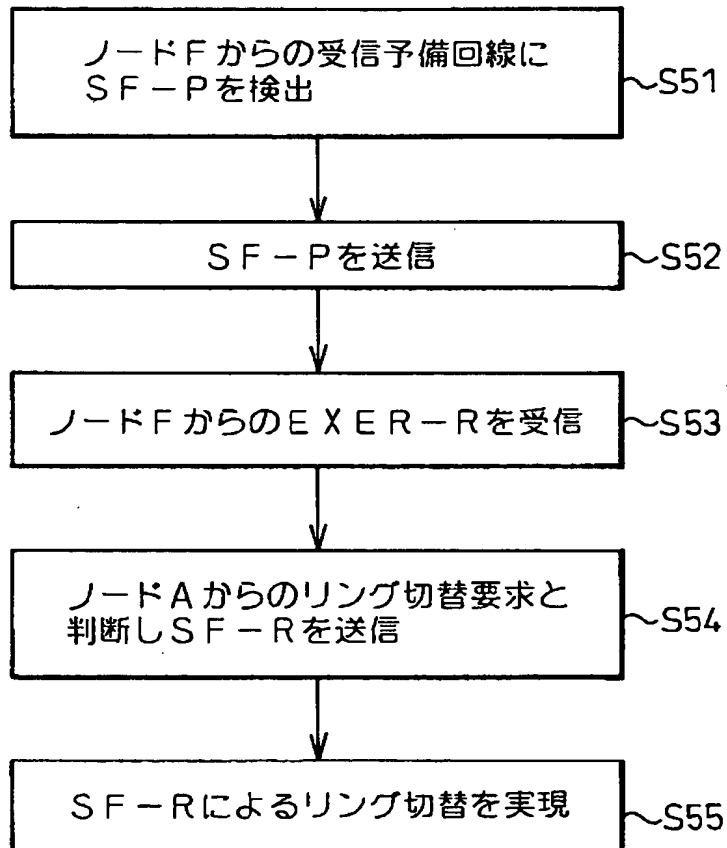
ノード F での切替制御の動作を示すフローチャート



【図 1 2】

図 12

ノード A での切替制御の動作を示すフローチャート



【図 1 3】

図 13

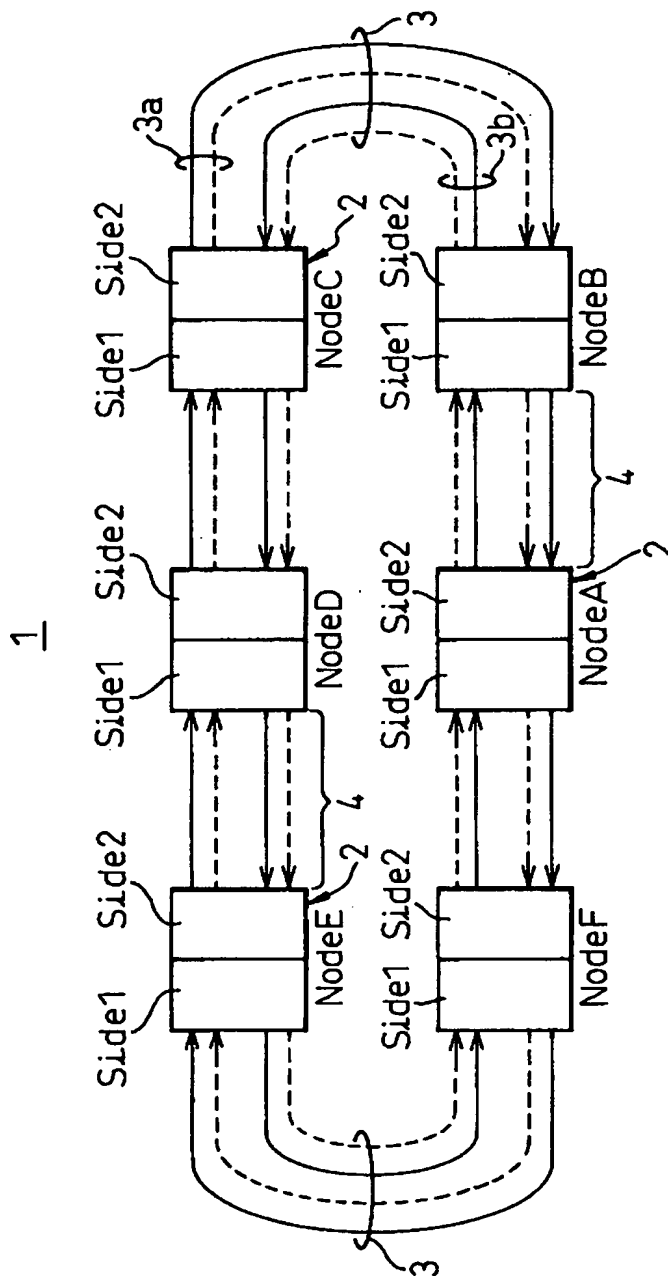
K 2 バイトを利用して L P - S と S F - P の識別を行う一例を示す図

K1Byte	K2Byte	意味
Bit1-4	Bit6-8	
SF-P(LP-S)	100	LP-S(Idle)
SF-P(LP-S)	101	LP-S (Idle以外の状態)
SF-P(LP-S)	100, 101以外	SF-P (GR1230-COREに規定されているK2 Byte Bit6-8の意味どおりに解釈)

【図 1 4】

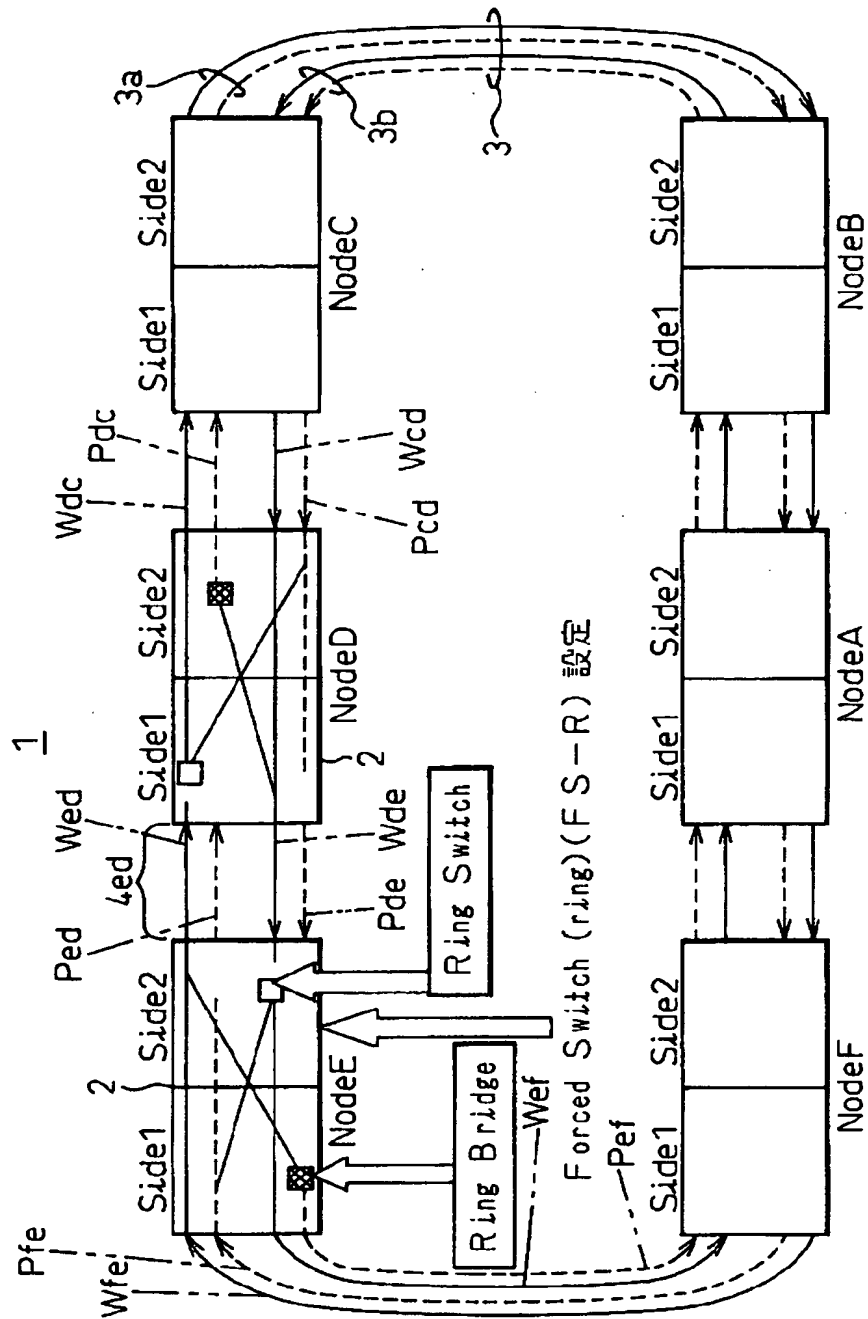
図 14

一般的な双方向リングネットワークの構成を示す図



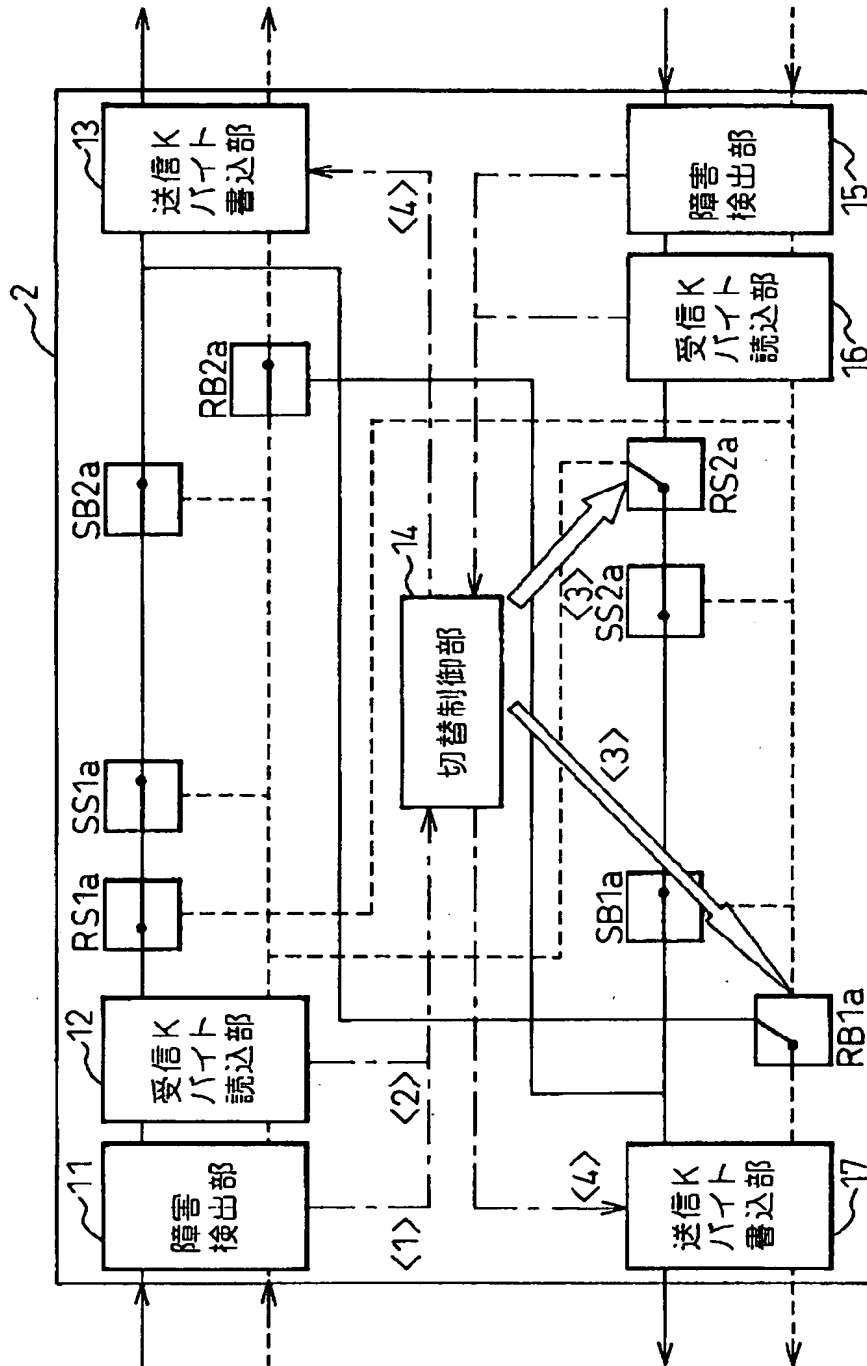
【図 1 5】

図 15 リング切替をするときのノードの様子を示す図



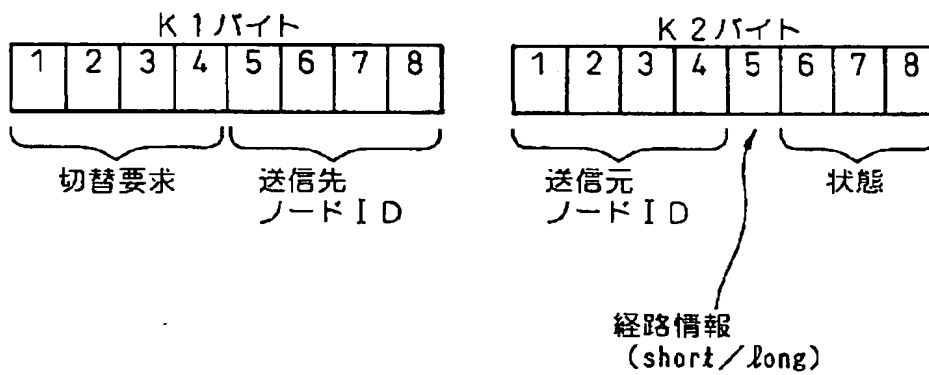
【図 1 6】

図 16 ノード内の構成を示すブロック図



【図 1 7】

図 17 K バイトのフォーマットを表す図



【図 1 8】

図 18

切替要求の具体例を示すリスト

切替要求		
ビット 1 S ビット 4	ビット	優先順位
	1111	Lockout of Protection (span) [LP-S] or Signal Fail (protection) [SF-P]
	1110	Forced Switch (span) [FS-S]
	1101	Forced Switch (ring) [FS-R]
	1100	Signal Fail (span) [SF-S]
	1011	Signal Fail (ring) [SF-R]
	1010	Signal Degrade (protection) [SD-P]
	1001	Signal Degrade (span) [SD-S]
	1000	Signal Degrade (ring) [SD-R]
	0111	Manual Switch (span) [MS-S]
	0110	Manual Switch (ring) [MS-R]
	0101	Wait To Restore [WTR]
	0100	Exerciser (span) [EXER-S]
	0011	Exerciser (ring) [EXER-R]
	0010	Reverse Request (span) ^b [RR-S]
	0001	Reverse Request (ring) ^b [RR-R]
	0000	No Request [NR]

【図 1 9】

図 19

各シーケンス図に現れる全ての記号 (a1, a2...f52)
の意味を示すリスト (その1)

記号	K1Byte		K2Byte		
	Bit(1-4)	Bit(5-8)	Bit(1-4)	Bit(5)	Bit(6-8)
a1	NR	B	A	short	Idle
a2	NR	F	A	short	Idle
a3	SF-P(LP-S)	F	A	long	Idle
a4	SF-P(LP-S)	F	A	short	RDI
a5	LP-S(SF-P)	F	A	long	Idle
a6	LP-S(SF-P)	F	A	short	Idle
a11	LP-S(SF-P)	F	A	long	Idle
a12	LP-S(SF-P)	F	A	short	Idle
a13	SF-P(LP-S)	F	A	long	Idle
a14	SF-P(LP-S)	F	A	short	RDI
a15	SF-R	F	A	long	Br&Sw
a16	SF-P(LP-S)	F	A	short	Br&Sw
a31	SF-R	F	A	long	Idle
a32	SF-P(LP-S)	F	A	short	RDI
a33	SF-R	A	F	long	Br&Sw
a34	SF-P(LP-S)	A	F	short	RDI
a41	SF-R	F	A	long	Idle
a42	SF-P(LP-S)	F	A	short	RDI
a43	SF-R	F	A	long	Br&Sw
a44	SF-P(LP-S)	F	A	short	RDI
a45	LP-S(SF-P)	F	A	long	Idle
a46	LP-S(SF-P)	F	A	short	RDI
b1	NR	C	B	short	Idle
b2	NR	A	B	short	Idle
c1	NR	D	C	short	Idle
c2	NR	B	C	short	Idle
d1	NR	E	D	short	Idle
d2	NR	C	D	short	Idle

【図 2 0】

図 20

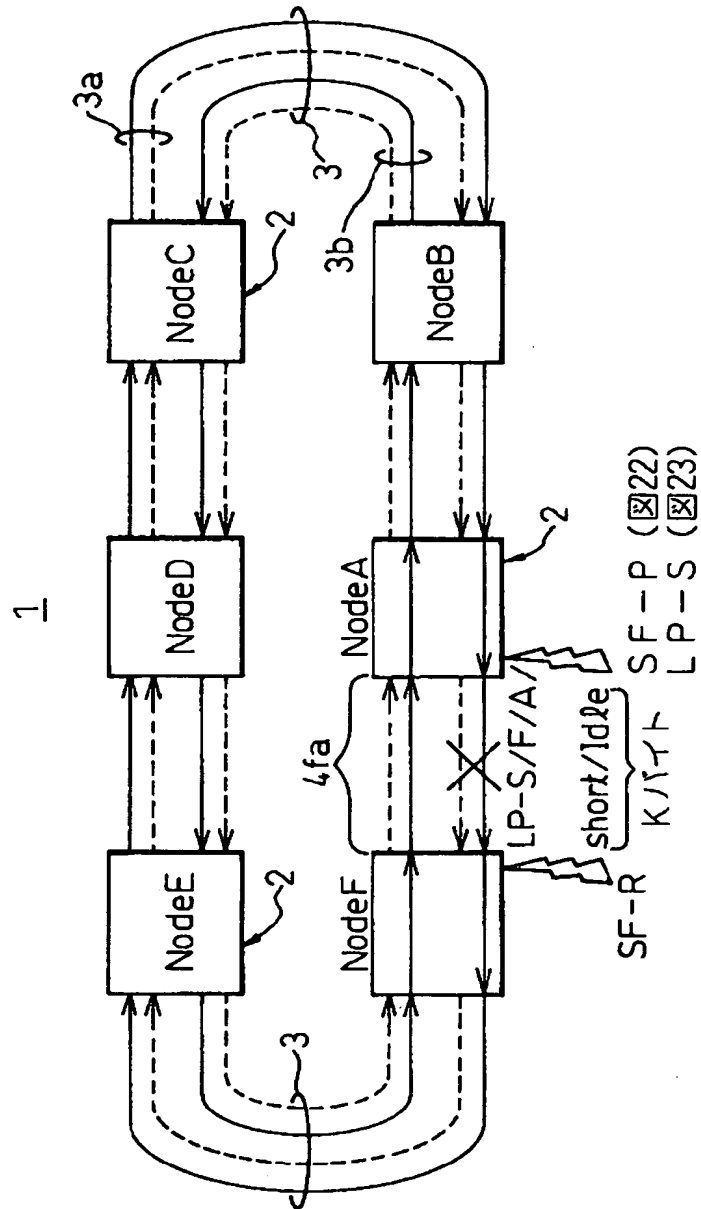
各シーケンス図に現れる全ての記号 (a1, a2...f52)
の意味を示すリスト (その2)

記号	K1Byte		K2Byte		
	Bit(1-4)	Bit(5-8)	Bit(1-4)	Bit(5)	Bit(6-8)
e1	NR	F	E	short	Idle
e2	NR	D	E	short	Idle
f1	NR	A	F	short	Idle
f2	NR	E	F	short	Idle
f3	RR-S	A	F	short	Idle
f4	LP-S(SF-P)	A	F	long	Idle
f11	RR-S	A	F	short	Idle
f12	SF-P(LP-S)	A	F	long	Idle
f13	SF-R	A	F	short	RDI
f14	SF-R	A	F	long	Idle
f15	SF-R	A	F	short	RDI
f16	SF-R	A	F	long	Br&Sw
f31	SF-R	A	F	short	RDI
f32	SF-R	A	F	long	Br&Sw
f41	SF-R	A	F	short	RDI
f42	SF-R	A	F	long	Br&Sw
f43	SF-R	A	F	short	RDI
f44	SF-R	A	F	long	Idle
f51	EXER-R	A	F	short	RDI
f52	EXER-R	A	F	long	Idle

【図 2 1】

図 21

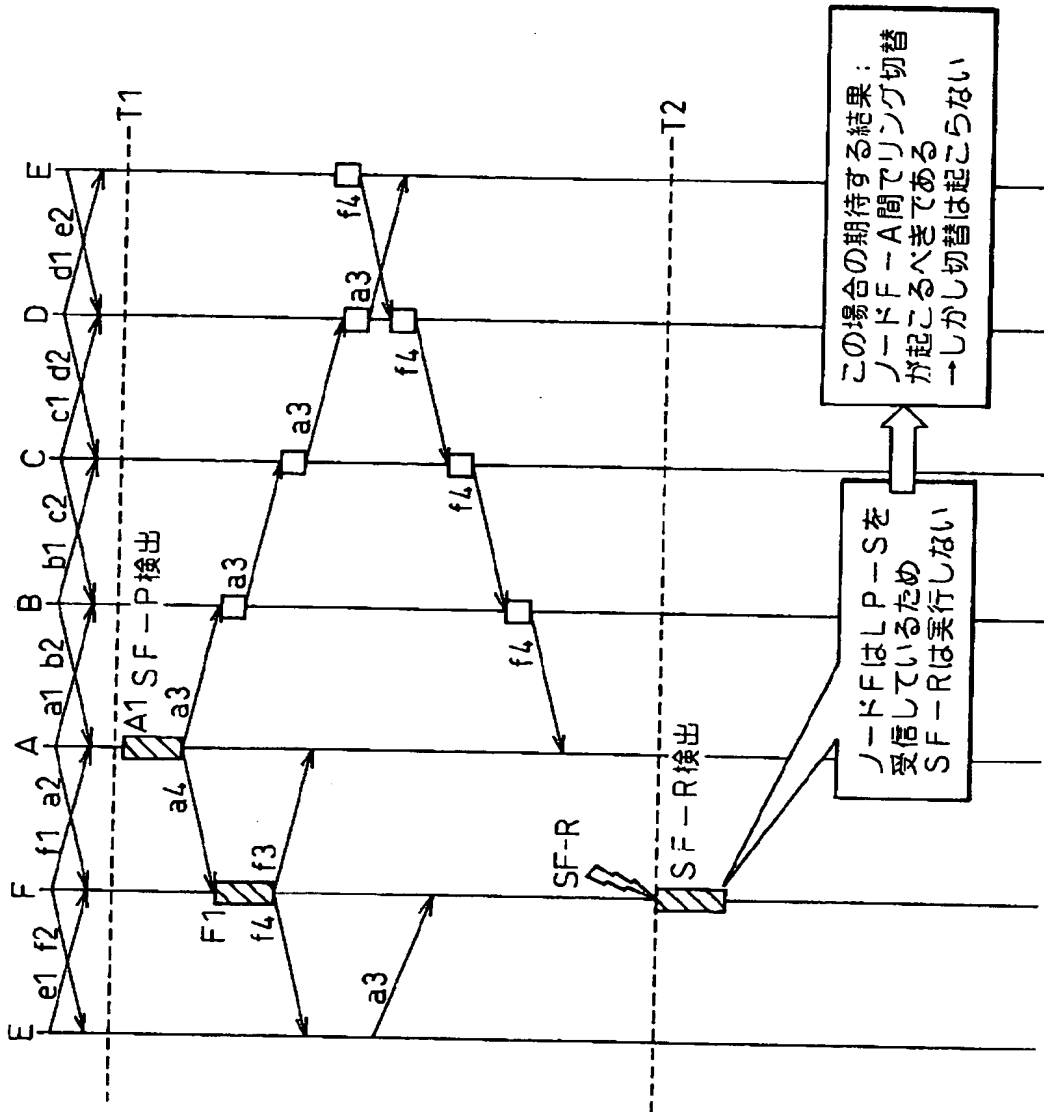
K バイト受信ノードが L P - S 受信と解釈して動作する場合の
リングネットワークを示す図



【図 2 2】

図 22

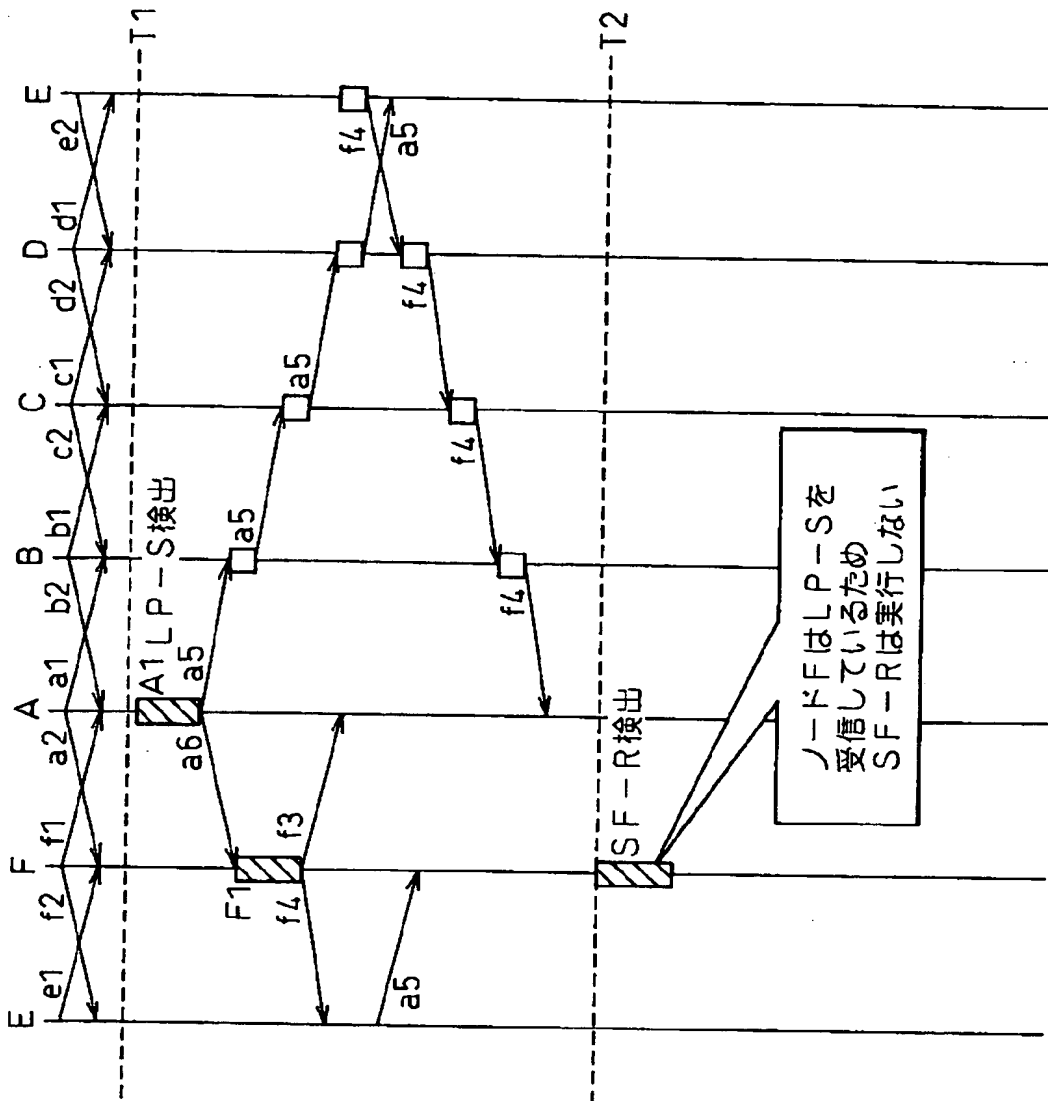
図21における動作シーケンス図（その1）



【図 2 3】

図 23

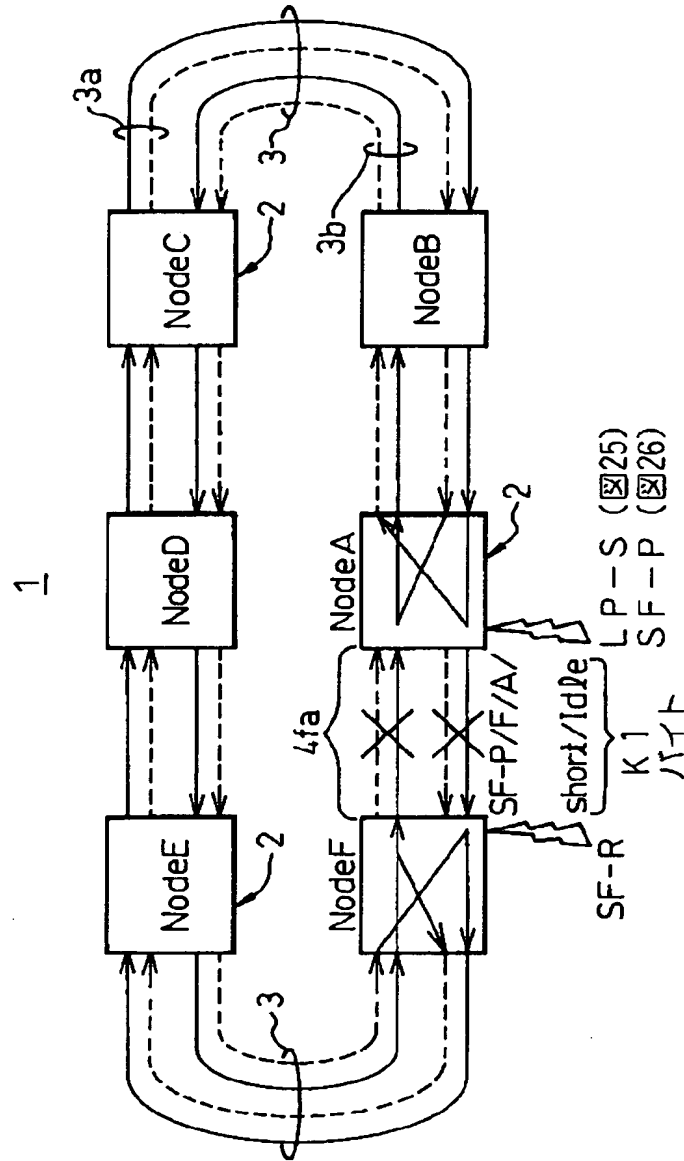
図21における動作シーケンス図（その2）



【図 2 4】

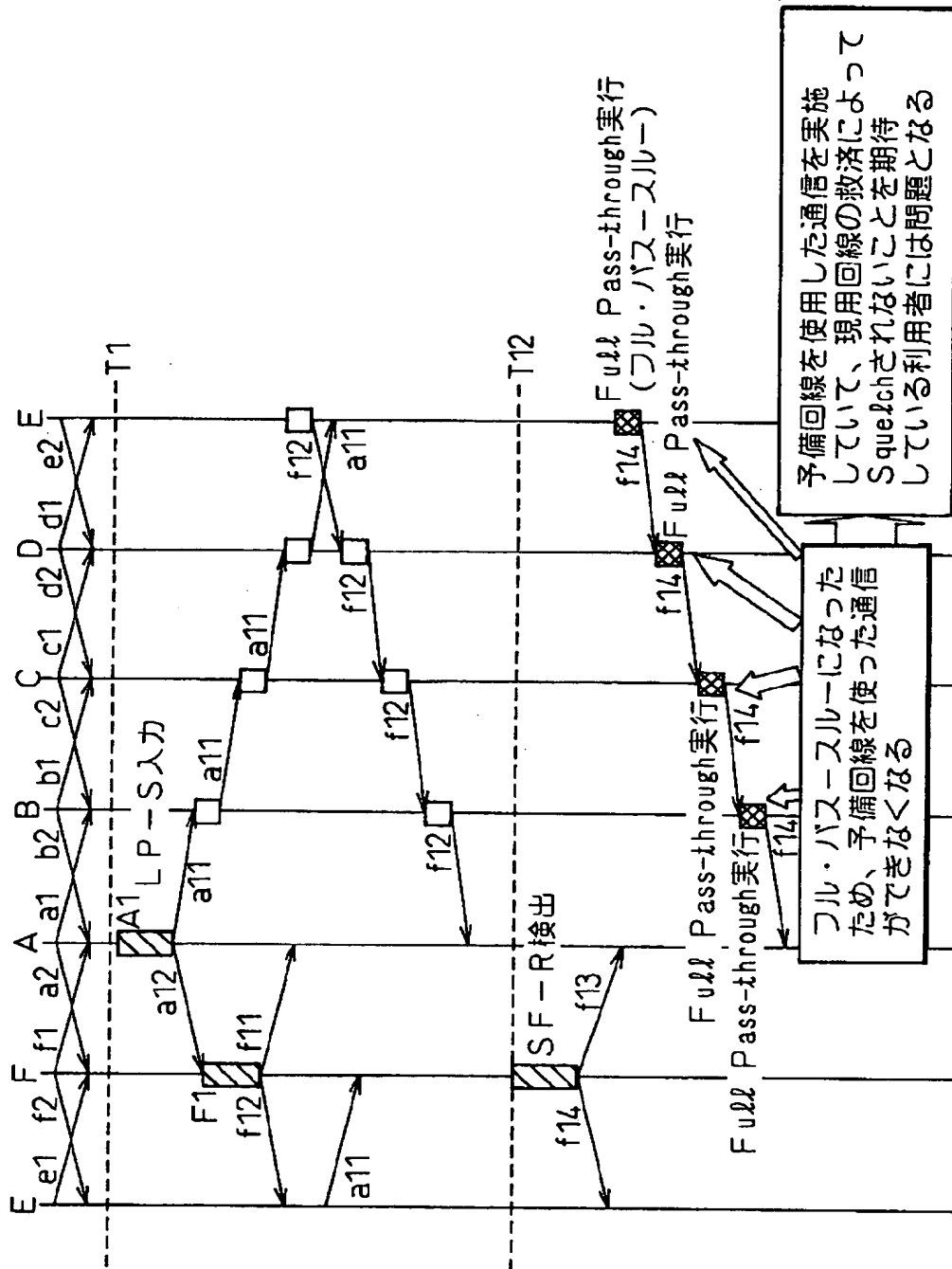
図 24

K バイト受信ノードが S F - P 受信と解釈して動作する場合の
リングネットワークを示す図



【図 2 5】

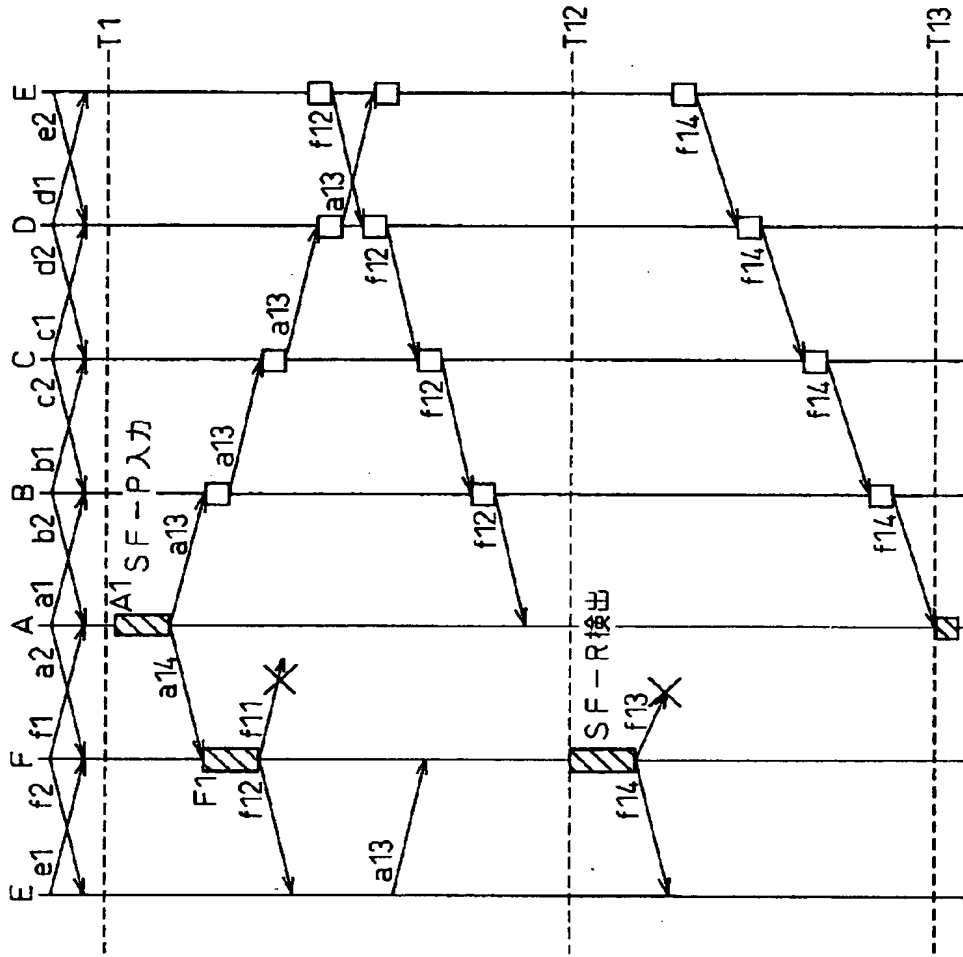
図 25 図24における動作シーケンス図（その1）



【図 2 6】

図 26

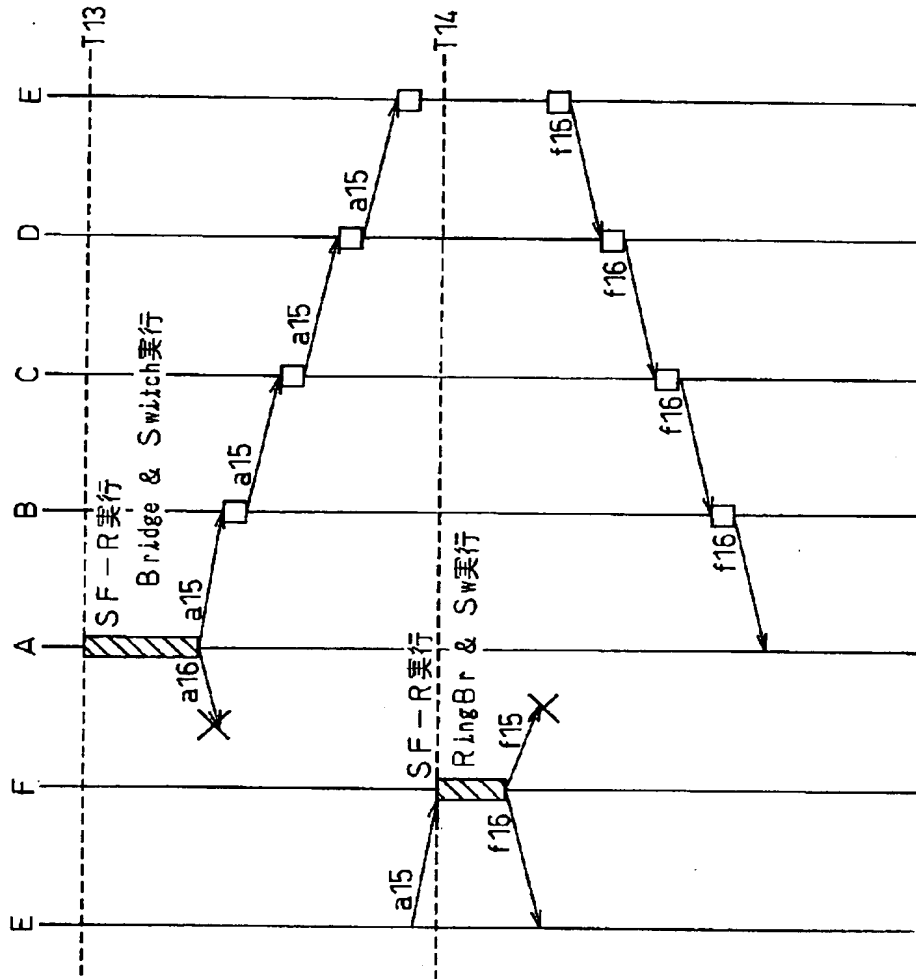
図24における動作シーケンス図（その2）



【図 2 7】

図 27

図24における動作シーケンス図（その3）



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 双方向リング（B L S R）切替制御方法であって、リング切替と L S - P は共存できないが、リング切替と S F - P は共存できる、という条件下でのリング切替方法に関する。

【解決手段】 複数のファイバー 3 および複数のノード 2 から構成される双方向リングネットワーク 1 において、（i）第 1 のノードが L P - S を入力して（または S F - P を検出して）、かつ、第 1 のノードとスパンを挟んで隣接する第 2 のノードが、その L P - S を受信（またはその S F - P を受信）している状態のもとで、（ii）第 2 のノードがさらに、前記スパンにおいて、S F - R を検出したとき、第 2 のノードから、他のノードに対し、S F - R の切替要求を送信するようにし、ネットワーク全体として問題を解決する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 3 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
氏 名	富士通株式会社